



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

Finanziamento dell'Unione europea - NextGenerationEU. Intervento finanziato con l'avviso n 48038 del 02/12/2021 del PNRR Missione 4: Istruzione e Ricerca Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alla università Intervento 1.2 "Piano di estensione del tempo pieno e mense".

I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea e della Commissione europea. Né l'Unione europea né la Commissione europea possono essere ritenute responsabili per essi.



COMMITTENTE

COMUNE DI ORNAGO

Provincia di Monza e Brianza

DESCRIZIONE

COSTRUZIONE DELLA NUOVA MENSA SCOLASTICA

PER L'ISTITUTO COMPRENSIVO "ALESSANDRO MANZONI" DI ORNAGO E BURAGO - SEDE DI ORNAGO - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA - Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università - Investimento 1.2: " Piano di estensione del tempo pieno e mense"

Progetto Esecutivo

DATA	TAV. N.	CONTENUTO TAVOLA
Settembre 2025	RL10	Relazione tecnica Ex legge 10/91
SCALA A4	REV 03	

RISERVATO AGLI UFFICI	IL COMMITTENTE
	Comune di Ornago (MB)

INCARICATI DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA/CSP

Capogruppo mandataria

KBM ENGINEERING S.R.L.

Società di Ingegneria
Direttore tecnico dott. Ing. Gianfranco Autorino
Ordine Ingegneri di Napoli N° 15756



Mandatario

Ing. Giuseppe Angri

Via Aldo Moro, 13
80035 Nola (NA)
PEC: direzione@pec.studioangri.it
Ordine Ingegneri di Napoli N° 15587



Mandatario

Ing. Luigi Corcione

Via Castellammare, 92
80035 Nola (NA)
PEC: luigi.corcione@ingpec.eu
Ordine Ingegneri di Napoli N° 21312



Mandatario

Ing. Domenico Cassese

Via Masseria Mautone, 89
80034 Marigliano (NA)
PEC: domenico.cassese@ingpec.eu
Ordine Ingegneri Napoli N° 22459



Direzione Lavori

MERONI INGEGNERIA INTEGRATA S.R.L.

Via IV Novembre, 91
23891 Barzanò (LC)
PEC: meroni.srl@pec.it



Impresa esecutrice

DEPAC

Società Cooperativa Sociale ARL
Via Ciro Menotti, 19
20090 Arcore (MB)
pec: depac@legalmail.it

Comune di Ornago- (MB)

RELAZIONE TECNICA

Attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
PROGETTISTA	Ing. GIANFRANCO AUTORINO
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

Egregio Signor Sindaco del comune di Ornago, (MB)
e per conoscenza all'Ufficio Tecnico del comune di Ornago, (MB)

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie definite nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto attuativo DGR 3868 del 17.7.2015.

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Ornago Provincia MB

Progetto per la realizzazione di

Costruzione della nuova mensa scolastica per l'Istituto Comprensivo "Alessandro Manzoni" di Ornago e Burago - Sede di Ornago

Edificio pubblico

Edificio ad uso pubblico

Sito in Via Carlo Porta 4 - Ornago

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Unità immobiliare 01				

Richiesta Permesso di Costruire _____ Del _____

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA _____ Del _____

Variante Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA _____ Del _____

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente	Comune di Ornago
Progettista degli impianti termici	Ing.Gianfranco Autorino
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	Ing.Giuseppe Angri
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Ing.Gianfranco Autorino
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	Meroni Ingegneria Integrata S.R.L.

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	Meroni Ingegneria Integrata S.R.L.
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Meroni Ingegneria Integrata S.R.L.
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Ing.Gianfranco Autorino
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Meroni Ingegneria Integrata S.R.L.
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	Da nominare

2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (o del complesso di edifici)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2404 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	268,3 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	305,1 K

4 DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m^2]	V [m^3]	S/V	Su [m^2]
Unità immobiliare 01	1 940,23	3 356,06	0,58	698,96

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

Su superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Tinv [°C]	φinv [%]
Unità immobiliare 01	Refettorio	20,0	50
Unità immobiliare 01	Cucina	20,0	50

Tinv Valore di progetto della temperatura interna invernale

φinv valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m^2]	V [m^3]	Su [m^2]
Unità immobiliare 01	1 940,23	3 356,06	698,96

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φ_{est} [%]
Unità immobiliare 01	Refettorio	26,0	50
Unità immobiliare 01	Cucina	26,0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva *φ_{est} Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva*

Unità immobiliare	Metodo
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m Si No

Se "sì" descrivere le opere edili ed impiantistiche previste necessarie al collegamento alle reti. Se non sono state predisposte opere inserire la motivazione:

Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe (min = classe B norma UNI EN 15232):

B

Adozione di materiali ad elevata riflettenza solare per le coperture: Si No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Guaina ardesiata in copertura di colore chiaro ad alto indice di riflettanza

Valore di riflettenza solare 0,7 > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettenza solare 0 > 0,30 per coperture a falda

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture Si No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

La copertura piana sarà occupata da installazioni tecniche e dall'impianto fotovoltaico realizzato con pannelli inclinati

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) Si No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore Si No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo Si No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'ACS Si No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

L'edificio è dotato di un proprio sistema di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria - Impianto autonomo

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015..

Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

Acqua Calda Sanitaria 86,8 %

Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva 77,3 %

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S 767,00 m²

Potenza Elettrica 51,52 kW

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Pannelli fotovoltaici da 460 W per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale

[x] Si [] No

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale:

[x] Si [] No

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Non necessarie dato che tutti i serramenti hanno fattore solare FS inferiore a 0,5

Verifiche di cui al punto 6.16 lettera b) dell'Allegato 1 decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Tutte le pareti opache verticali ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est:

Valore di Massa superficiale

Elemento edilizio	M Sup [kg/m ²]	Limite [kg/m ²]	Verifica
-	-	-	-

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE

Elemento edilizio	YIE [W/m ² K]	Limite [W/m ² K]	Verifica
-	-	-	-

Verifiche di cui al punto 6.16 lettera c) dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a. Descrizione dell'impianto

Tipologia

Impianto con terminali ad espansione diretta

Sistemi di generazione

Sistema di generazione composto da n°2 pompe di calore aria-aria che consente il funzionamento del regime di climatizzazione (riscaldamento in inverno e raffrescamento in estate), mentre la produzione dell'acqua calda sanitaria avviene tramite l'impiego dello scaldino a pompa di calore

Sistemi di termoregolazione

Cronotermostato ambiente

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non presente

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Tubazioni in rame preisolato per linee refrigerate

Sistemi di ventilazione forzata

Recuperatore di calore a flussi incrociati da 6.800 mc/h

Sistemi di accumulo termico

Integrato nello scaldino a pompa di calore

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

La produzione dell'acqua calda sanitaria è eseguita tramite l'impiego dello scaldino a pompa di calore

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

La distribuzione dell'acqua calda sanitaria è realizzata mediante tubazione in multistrato

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) Si No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore

0

Filtro di sicurezza Si No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria

Si No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro

Si No

POMPA DI CALOREPompa di calore aria-aria (Refettorio)

Pompa di calore

 elettrica a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)

Aria esterna - Gas refrigerante

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro):

Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro)

Gas refrigerante

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	60,477	-	-	-	-	-	-	-
2,0	61,295	-	-	-	-	-	-	-
7,0	61,750	-	-	-	-	-	-	-
12,0	62,205	-	-	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	2,677	-	-	-	-	-	-	-
2,0	3,495	-	-	-	-	-	-	-
7,0	3,950	-	-	-	-	-	-	-
12,0	4,405	-	-	-	-	-	-	-

POMPA DI CALOREPompa di calore aria-aria (Cucina)

Pompa di calore

 elettrica a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)

Aria esterna - Gas refrigerante

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro):

Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro)

Gas refrigerante

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]	20	-	-	-	-	-	-	-
-7,0	21,577		-	-	-	-	-	-	-
2,0	22,395		-	-	-	-	-	-	-
7,0	22,850		-	-	-	-	-	-	-
12,0	23,305		-	-	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]	20	-	-	-	-	-	-	-
-7,0	2,877		-	-	-	-	-	-	-
2,0	3,695		-	-	-	-	-	-	-
7,0	4,150		-	-	-	-	-	-	-
12,0	4,605		-	-	-	-	-	-	-

POMPA DI CALORE

Scaldino a pompa di calore

Pompa di calore

 elettrica a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna - Acqua

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) Acqua

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]	35	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	2,263	2,063	2,013		-	-	-	-	-
2,0	2,795	2,595	2,545		-	-	-	-	-
7,0	3,090	2,890	2,840		-	-	-	-	-
12,0	3,385	3,185	3,135		-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]				-	-	-	-
	35	45	55		-	-	-	-
-7,0	1,833	1,633	1,583		-	-	-	-
2,0	2,365	2,165	2,115		-	-	-	-
7,0	2,660	2,460	2,410		-	-	-	-
12,0	2,955	2,755	2,705		-	-	-	-

MACCHINA FRIGORIFERAPompa di calore aria-aria (Refettorio)

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna/Gas refrigerante

Temperatura b.u. dell'aria nell'ambiente interno:7,00

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna:35,00

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

Potenza nominale 61,5 kW

PRESTAZIONI

Fattore di carico	EER
100 %	3,36
75 %	2,7
50 %	3
25 %	2,8

MACCHINA FRIGORIFERAPompa di calore aria-aria (Cucina)

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna/Gas refrigerante

Temperatura b.u. dell'aria nell'ambiente interno:7,00

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna:35,00

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

Potenza nominale 22,6 kW

PRESTAZIONI

Fattore di carico	EER
100 %	3,5
75 %	2,7
50 %	3
25 %	2,8

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

c. Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione invernale prevista:

- Continua con attenuazione notturna
 Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

- Continua con attenuazione notturna
 Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Centralina di regolazione

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 0

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
Unità immobiliare 01-Refettorio	Termostato di zona e sonda climatica	3		0
Unità immobiliare 01-Cucina	Termostato di zona e sonda climatica	2		0

N: numero apparecchi

Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

d. Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Refettorio		Terminali ad espansione diretta	84 800,0
U.I.1-Cucina		Terminali ad espansione diretta	12 700,0

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

g. Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Descrizione e caratteristiche principali

h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Tipologia, conduttività termica, spessore (vedi allegati alla relazione tecnica)

i. Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

- Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato
- Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato
- Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato
- Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato
- Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici

[X] Si [] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

5.3 Impianti solari termici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici

[] Si [X] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

5.4 Impianti di illuminazione

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

Livello minimo di efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati - tutti i requisiti previsti dalla lettera b) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015 - gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti; confronto con i valori limite:

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti

Elemento edilizio	U	Ulim	Verificato
Mi1	0,289 W/(m ² K)	0,800 W/(m ² K)	SI
Mi2	0,535 W/(m ² K)	0,800 W/(m ² K)	SI
Mi3	0,488 W/(m ² K)	0,800 W/(m ² K)	SI
Mi4	0,532 W/(m ² K)	0,800 W/(m ² K)	SI

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore): 2 vol/h refettorio – 8 vol/h servizi igienici
vedi relazione tecnica impianti.

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: 6800 mc/h

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso: 6800 mc/h

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso: 79.50 %

b. Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione, l'illuminazione e il trasporto

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al comma 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica.

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	H'T	H'T,lim	Verifica
H'T Unità immobiliare 01	0,176	0,550	SI

H'T: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'T (UNI EN ISO 13789)

H'T,lim: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica dell'area solare equivalente estiva dei componenti finestrati

Unità immobiliare	A _{sol,est} /A _{sup,utile}	A _{sol,est} /A _{sup,utile} limite	Verifica
Asol,est/Asup utile Unità immobiliare 01	0,009	0,030	SI

Verifica indice di prestazione termica utile

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd	46,12 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento EPH,nd	56,37 kWh/m ²
Verifica: SI	
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC,nd	2,42 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento EPC,nd	3,44 kWh/m ²
Verifica: SI	

Verifica indice di prestazione energetica globale dell'edificio

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile EP _{gl,nr}	20,67 kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio EP _{gl,tot}	88,47 kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento EP _{gl,tot,limite}	134,04 kWh/m ²
Verifica: SI	

Verifica Efficienza media stagionale

In caso di sola sostituzione del generatore di calore, le verifiche di efficienza media stagionale non sono richieste e si intendono rispettate se l'efficienza dei nuovi generatori è superiore al limite normativo.

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H	0,714
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$	0,601
Verifica: SI	
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W :	0,807
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$	0,498
Verifica: SI	
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C	2,245
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{C,limite}$	1,140
Verifica: SI	

c. Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Tipo collettore	-
Tipo installazione	-
Descrizione tipo installazione (se altro)	-
Tipo supporto	-
Descrizione tipo supporto (se altro)	-
Inclinazione	- °
Orientamento	- °
Capacità accumulo	- l
Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione)	-
Percentuale copertura fabbisogno annuo	- %

d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: Connesso alla rete

Tipo moduli Silicio monocristallino

Tipo installazione Parzialmente integrati

Descrizione tipo installazione (se altro)

Tipo supporto Zavorre in cls preinclinante

Descrizione tipo supporto (se altro)

Inclinazione 10 °

Orientamento 0 °

Potenza installata 51,52 kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo 100,00 %

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in situ

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico [H]	kWh	7 255,07
Energia elettrica da solare fotovoltaico [W]	kWh	927,23
Energia elettrica da solare fotovoltaico [C]	kWh	754,72
Energia elettrica da solare fotovoltaico [V]	kWh	8 387,51

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	5 527,11
Energia elettrica da rete [W]	kWh	240,83
Energia elettrica da rete [V]	kWh	1 642,69

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	2 100,81
Energia elettrica da rete [W]	kWh	2 293,14
Energia elettrica da rete [C]	kWh	3 206,35
Energia elettrica da rete [V]	kWh	23 820,72

Energia primaria**Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio**

Servizio	EPren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	49,19
Acqua calda sanitaria	4,42
Raffrescamento	10,08
Illuminazione	20,00
Ventilazione	13,10

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	15,42
Acqua calda sanitaria	0,67
Raffrescamento	1,00
Illuminazione	10,00
Ventilazione	4,58

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	64,61
Acqua calda sanitaria	5,09
Raffrescamento	11,08
Illuminazione	30,00
Ventilazione	17,69

f. Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza**7 ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE**

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico:

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi. (Vedi architettonici)
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi. (Vedi architettonici)
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria.
- Schede con indicazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ing. GIANFRANCO AUTORINO, iscritto a Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli, n° 15756, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali

Data

10/09/2025

Firma

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme di seguito elencate costituiscono i riferimenti principali sui quali si basa la metodologia di calcolo

Normativa nazionale

UNI/TS 11300-1	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
UNI/TS 11300-3	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
UNI/TS 11300-4	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
UNI/TS 11300-5	Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
UNI/TS 11300-6	Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

Normative regionali

Lombardia	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546 Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456 Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176 Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224 Decreto dirigente unità organizzativa 30 luglio 2015 n. 6480 Deliberazione della giunta regionale 17 luglio 2015 - n. 3868
Emilia Romagna	Deliberazione della giunta regionale 25 luglio 2022, n.1261 Deliberazione della giunta regionale 9 novembre 2020, n.1548 Deliberazione della giunta regionale 19 ottobre 2020, n. 1385 Deliberazione della giunta regionale 7 settembre 2015 - n. 1275 Deliberazione della giunta regionale 20 luglio 2015 - n. 967
Valle d'Aosta	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824 Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
Provincia autonoma di Trento	Decreto del Presidente della Provincia 16 agosto 2022, n. 11-68/Leg Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162
Piemonte	Deliberazione della giunta regionale n. 46-11968

Comune di Ornago- (MB)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio e i rispettivi valori di trasmittanza. La trasmittanza termica corretta U' è valutata attribuendo i ponti termici associati agli elementi. La verifica è riportata e richiesta solo per interventi di riqualificazione di involucro o ristrutturazione importante di II livello.

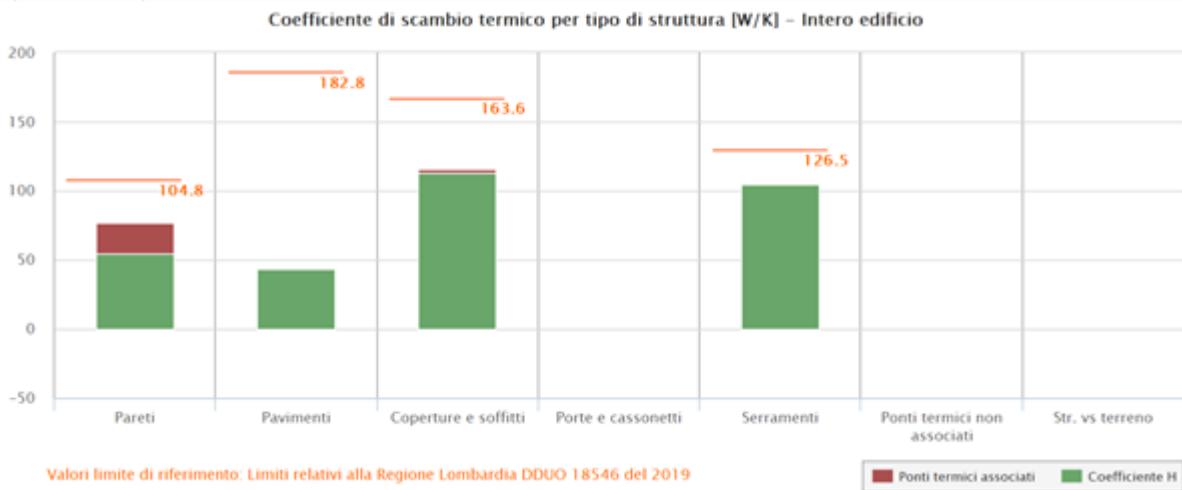
Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-
Strutture orizzontali di pavimento	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-
Serramenti	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-

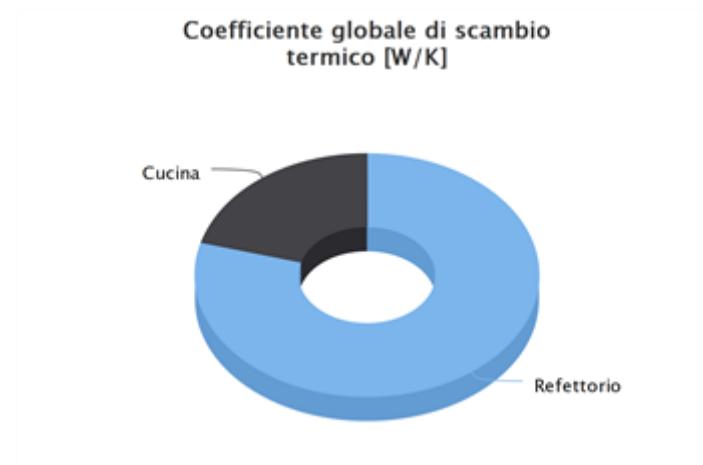
2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

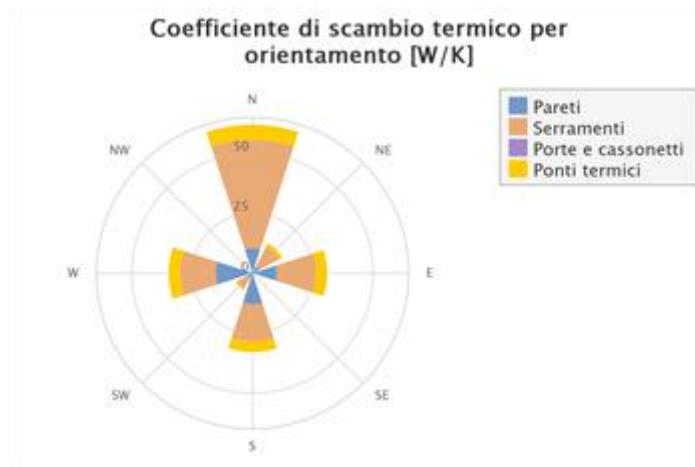
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.



Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento delle strutture verticali sullo scambio termico globale.



3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

I ponti termici dell'edificio vengono attribuiti alle sole superfici di involucro alle quali sono associati. Il valore della trasmittanza corretta, molto utile per la progettazione, è determinata in funzione della relazione seguente:

$$U' = \frac{U \cdot A + \sum \Psi \cdot l}{A}$$

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.

Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

Unità immobiliare 01 - Refettorio - Refettorio

Elemento disperdente	Area	Or	U	U'
pa0007 M1	18,3 m ²	SW	0,135 W/(m ² K)	0,184 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0029	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	17,3 %
pt0030	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,2 m	0,344 W/K	11,5 %
pt0006	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0007	Angolo rientrante	0,038 W/(mK)	2,4 m	0,088 W/K	3,0 %
pt0011	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	2,4 m	0,132 W/K	4,4 %
pt0012	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	2,4 m	-0,022 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0008 M1		31,3 m ²	W	0,135 W/(m ² K)	0,177 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0031	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	10,6 %
pt0032	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	4,4 %
pt0033	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	10,6 %
pt0034	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	4,4 %
pt0006	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0008	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0013	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,8 m	0,214 W/K	4,4 %
pt0014	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,8 m	-0,036 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0009 M1		76,6 m ²	N	0,135 W/(m ² K)	0,217 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0035	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	3,3 %
pt0036	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	6,4 m	0,688 W/K	4,4 %
pt0037	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	3,3 %
pt0038	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	6,4 m	0,688 W/K	4,4 %
pt0039	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	3,3 %
pt0040	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	6,4 m	0,688 W/K	4,4 %
pt0041	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	3,3 %
pt0042	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	6,4 m	0,688 W/K	4,4 %
pt0043	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	3,3 %
pt0044	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	6,4 m	0,688 W/K	4,4 %
pt0008	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0009	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0015	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	12,2 m	0,683 W/K	4,4 %
pt0016	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	12,2 m	-0,113 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0010 M1		24,8 m ²	NE	0,135 W/(m ² K)	0,198 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0045	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	11,8 %
pt0046	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,2 m	0,344 W/K	7,9 %
pt0047	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	11,8 %
pt0048	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,2 m	0,344 W/K	7,9 %
pt0009	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0010	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0017	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,5 m	0,193 W/K	4,4 %
pt0018	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,5 m	-0,032 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0011	M1	68,0 m ²	E	0,135 W/(m ² K)	0,203 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0049	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	4,7 %
pt0050	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	1,9 %
pt0051	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	4,7 %
pt0052	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	1,9 %
pt0053	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	4,7 %
pt0054	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	1,9 %
pt0055	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	4,7 %
pt0056	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	1,9 %
pt0057	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	4,7 %
pt0058	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	1,9 %
pt0059	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	4,7 %
pt0060	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	1,9 %
pt0010	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0019	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	8,8 m	0,489 W/K	4,4 %
pt0020	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	8,8 m	-0,081 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0013	M1	15,6 m ²	W	0,135 W/(m ² K)	0,193 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0061	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	21,3 %
pt0062	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,0 m	0,215 W/K	8,9 %
pt0007	Angolo rientrante	0,038 W/(mK)	2,4 m	0,088 W/K	3,6 %
pt0021	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,9 m	0,107 W/K	4,4 %
pt0022	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,9 m	-0,018 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	P1- Refettorio	540,2 m ²	-	0,138 W/(m ² K)	0,138 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0012	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	2,4 m	-0,022 W/K	- %
pt0014	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,8 m	-0,036 W/K	- %
pt0016	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	12,2 m	-0,113 W/K	- %
pt0018	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,5 m	-0,032 W/K	- %
pt0020	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	8,8 m	-0,081 W/K	- %
pt0022	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,9 m	-0,018 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	Copertura	564,7 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,155 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0011	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	2,4 m	0,132 W/K	0,2 %
pt0013	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,8 m	0,214 W/K	0,2 %
pt0015	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	12,2 m	0,683 W/K	0,8 %
pt0017	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,5 m	0,193 W/K	0,2 %
pt0019	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	8,8 m	0,489 W/K	0,6 %
pt0021	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,9 m	0,107 W/K	0,1 %

Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 1

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0019	M1	14,3 m ²	W	0,135 W/(m ² K)	0,201 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0092	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,0 m	0,323 W/K	14,6 %
pt0093	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	5,8 %
pt0094	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	5,8 %
pt0095	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	1,6 m	0,172 W/K	7,8 %
pt0096	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	2,4 %
pt0097	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	2,4 %
pt0025	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,8 m	0,098 W/K	4,4 %
pt0026	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,8 m	-0,016 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0002	P1- Bagni+cucina	17,9 m ²	-	0,133 W/(m ² K)	0,132 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0026	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,8 m	-0,016 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	Copertura	19,4 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,157 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0025	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,8 m	0,098 W/K	3,3 %

Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 2

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0016	M1	15,5 m ²	W	0,135 W/(m ² K)	0,196 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0098	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	1,6 m	0,172 W/K	7,2 %
pt0099	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	2,3 %
pt0100	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	2,3 %
pt0101	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,0 m	0,323 W/K	13,5 %
pt0102	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	5,4 %
pt0103	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	5,4 %
pt0023	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,9 m	0,105 W/K	4,4 %
pt0024	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,9 m	-0,017 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0002	P1- Bagni+cucina	18,1 m ²	-	0,133 W/(m ² K)	0,132 W/(m ² K)
Ponte termico associato		ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0024	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,9 m	-0,017 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	Copertura	20,0 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,157 W/(m ² K)
Ponte termico associato		ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0023	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,9 m	0,105 W/K	3,5 %

Unità immobiliare 01 - Cucina - Cucina

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0002	M1	7,1 m ²	W	0,135 W/(m ² K)	0,129 W/(m ² K)
Ponte termico associato		ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Angolo rientrante	0,038 W/(mK)	2,4 m	0,088 W/K	9,3 %
pt0002	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0001	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	0,8 m	0,042 W/K	4,4 %
pt0002	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	0,8 m	-0,007 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0003	M1	31,7 m ²	S	0,135 W/(m ² K)	0,168 W/(m ² K)
Ponte termico associato		ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0063	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	11,3 %
pt0064	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,9 m	0,097 W/K	2,1 %
pt0065	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,9 m	0,097 W/K	2,1 %
pt0001	Angolo rientrante	0,038 W/(mK)	2,4 m	0,088 W/K	1,9 %
pt0003	Angolo rientrante	0,038 W/(mK)	2,4 m	0,088 W/K	1,9 %
pt0003	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,6 m	0,201 W/K	4,4 %
pt0004	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,6 m	-0,033 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0029	M1	50,2 m ²	S	0,135 W/(m ² K)	0,200 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0066	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,0 m	0,323 W/K	3,9 %
pt0067	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,5 m	0,161 W/K	2,0 %
pt0068	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,5 m	0,161 W/K	2,0 %
pt0069	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,0 m	0,323 W/K	3,9 %
pt0070	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	1,6 %
pt0071	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	1,6 %
pt0072	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,0 m	0,323 W/K	3,9 %
pt0073	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	1,6 %
pt0074	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	1,6 %
pt0075	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	4,8 m	0,517 W/K	6,3 %
pt0076	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	2,4 m	0,258 W/K	3,2 %
pt0077	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	3,0 m	0,323 W/K	3,9 %
pt0078	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	1,6 %
pt0079	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	1,2 m	0,129 W/K	1,6 %
pt0002	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0027	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	6,5 m	0,361 W/K	4,4 %
pt0028	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	6,5 m	-0,060 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0002	P1- Bagni+cucina	96,5 m ²	-	0,133 W/(m ² K)	0,132 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0002	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	0,8 m	-0,007 W/K	- %
pt0004	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,6 m	-0,033 W/K	- %
pt0028	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	6,5 m	-0,060 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	Copertura	105,0 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,158 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0001	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	0,8 m	0,042 W/K	0,3 %
pt0003	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,6 m	0,201 W/K	1,3 %
pt0027	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	6,5 m	0,361 W/K	2,3 %

Unità immobiliare 01 - Cucina - Spogliatoio

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0004	M1	7,1 m ²	E	0,135 W/(m ² K)	0,129 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0003	Angolo rientrante	0,038 W/(mK)	2,4 m	0,088 W/K	9,3 %
pt0004	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0005	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	0,8 m	0,042 W/K	4,4 %
pt0006	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	0,8 m	-0,007 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0005	M1	13,8 m ²	S	0,135 W/(m ² K)	0,139 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0080	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	1,6 m	0,172 W/K	8,9 %
pt0081	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,7 m	0,070 W/K	3,6 %
pt0082	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,7 m	0,070 W/K	3,6 %
pt0004	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0005	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0007	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,5 m	0,085 W/K	4,4 %
pt0008	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,5 m	-0,014 W/K	- %

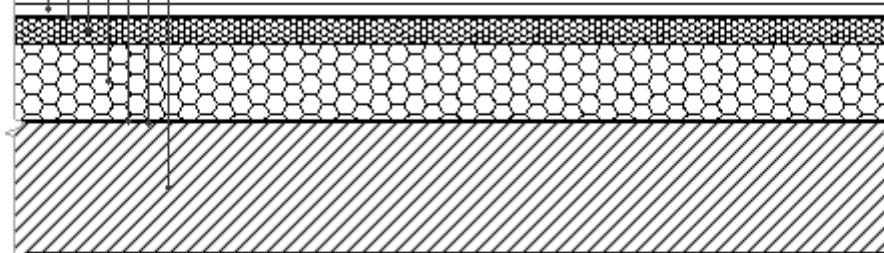
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0006 M1		28,9 m ²	W	0,135 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0083	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	1,6 m	0,172 W/K	4,2 %
pt0084	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	1,3 %
pt0085	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	1,3 %
pt0086	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	1,6 m	0,172 W/K	4,2 %
pt0087	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	1,3 %
pt0088	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	1,3 %
pt0089	Parete - serramento	0,108 W/(mK)	1,6 m	0,172 W/K	4,2 %
pt0090	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	1,3 %
pt0091	Parete - serramento 1	0,108 W/(mK)	0,5 m	0,054 W/K	1,3 %
pt0005	Angolo sporgente	-0,069 W/(mK)	2,4 m	-0,162 W/K	- %
pt0009	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,2 m	0,179 W/K	4,4 %
pt0010	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,2 m	-0,030 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0002 P1- Bagni+cucina		15,5 m ²	-	0,133 W/(m ² K)	0,130 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0006	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	0,8 m	-0,007 W/K	- %
pt0008	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	1,5 m	-0,014 W/K	- %
pt0010	Parete - pavimento	-0,009 W/(mK)	3,2 m	-0,030 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001 Copertura		19,2 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,168 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	Ψ	Lunghezza	$\Psi * L$	Incremento
pt0005	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	0,8 m	0,042 W/K	1,4 %
pt0007	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	1,5 m	0,085 W/K	2,9 %
pt0009	Parete - copertura	0,056 W/(mK)	3,2 m	0,179 W/K	6,1 %

Copertura

- G - Pavimentazione in gres + colla
 F - Membrana impermeabile Aquastop Green
 E - Massetto pendenze
 D - Pannello termoisolante Swisspor PIR B-V
 C - Barriera al vapore
 B - Malta cementizia bicomponente elastica
 A - Solaio laterocemento



Spessore	460,0 mm	Trasmittanza	0,152 W/m ² K
Resistenza	6,572 m ² K/W	Massa superf.	532 kg/m ²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Solaio laterocemento	240,0	0,800	0,300	1 600	1,11	35,0
B	Malta cementizia bicomponente elastica	2,0	1,000	0,002	2 000	1,10	20,0
C	Barriera al vapore	4,0	0,400	0,010	360	1,50	20 000,0
D	Pannello termoisolante Swisspor PIR B-V	140,0	0,024	5,833	30	1,40	6,0
E	Massetto pendenze	50,0	1,400	0,036	2 000	1,08	50,0
F	Membrana impermeabile Aquastop Green	4,0	0,030	0,133	1 200	1,00	2 000,0
G	Pavimentazione in gres + colla	20,0	0,170	0,118	1 700	1,00	150,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	460,0		6,572			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Ornago
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	91,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,5 °C	73,5 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,7 °C	69,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,8 °C	66,3 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,7 °C	68,1 %	0,5 1/h
giugno	22,6 °C	- %	22,6 °C	68,0 %	0,5 1/h
luglio	24,6 °C	- %	24,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
agosto	23,6 °C	- %	23,6 °C	55,2 %	0,5 1/h
settembre	18,8 °C	- %	18,8 °C	74,6 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,5 °C	89,4 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	9,0 °C	90,8 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,5 °C	87,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,50 °C	638,00 Pa
ESTIVA	24,60 °C	2 009,30 Pa	24,60 °C	1 867,50 Pa

 θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_e : temperatura esterna φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

pi: pressione interna

pe: pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	Pe	ΔP	Pi	θ_i	φ_i
ottobre	13,5 °C	1381,96 Pa	330,75 Pa	1712,71 Pa	20 °C	65 %
novembre	9,0 °C	1041,99 Pa	490,5 Pa	1532,49 Pa	20 °C	65 %
dicembre	2,5 °C	637,95 Pa	721,25 Pa	1359,2 Pa	20 °C	65 %
gennaio	2,6 °C	673 Pa	717,7 Pa	1390,7 Pa	20 °C	65 %
febbraio	4,5 °C	619,17 Pa	650,25 Pa	1269,42 Pa	20 °C	65 %
marzo	7,7 °C	730,62 Pa	536,65 Pa	1267,27 Pa	20 °C	65 %
aprile	12,8 °C	980,02 Pa	355,6 Pa	1335,62 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	f _{RSI-amm}
ottobre	18,59°C	0,7834
novembre	16,83°C	0,7116
dicembre	14,95°C	0,7115
gennaio	15,31°C	0,7303
febbraio	13,89°C	0,6061
marzo	13,87°C	0,5015
aprile	14,68°C	0,261

θ_e : temperatura esterna P_e : pressione esterna ΔP : variazione di pressione P_i : pressione interna θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_{si} critica: temperatura superficiale critica f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,7834 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giugno	Luglio	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 390,7	1 269,4	1 267,3	1 335,6	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,9	1 712,7	1 532,5	1 359,2
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 332,0	1 216,3	1 223,4	1 306,6	1 545,0	1 871,9	1 809,4	1 581,2	1 749,2	1 685,7	1 492,4	1 300,3
	2 138,8	2 159,7	2 195,3	2 253,1	2 059,6	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 261,1	2 209,9	2 137,7
A-B	1 331,8	1 216,0	1 223,2	1 306,4	1 544,9	1 871,9	1 809,4	1 581,2	1 749,2	1 685,6	1 492,2	1 300,0
	2 138,1	2 159,0	2 194,8	2 252,8	2 059,6	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 260,8	2 209,4	2 137,0
B-C	773,1	709,9	805,5	1 029,6	1 403,5	1 865,9	1 858,6	1 602,9	1 638,2	1 428,1	1 110,4	738,6
	2 134,6	2 155,9	2 192,3	2 251,3	2 059,6	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 259,5	2 207,2	2 133,5
C-D	767,3	704,6	801,1	1 026,7	1 402,0	1 865,9	1 859,2	1 603,1	1 637,0	1 425,4	1 106,4	732,7
	781,7	887,4	1 094,1	1 511,7	2 026,1	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 578,7	1 189,6	776,4
D-E	749,8	688,8	788,1	1 018,1	1 397,6	1 865,7	1 860,7	1 603,8	1 633,5	1 417,4	1 094,5	715,1
	776,6	882,3	1 089,3	1 507,9	2 025,9	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 575,2	1 184,9	771,3
E-F	694,0	638,2	746,3	990,4	1 383,5	1 865,1	1 865,6	1 606,0	1 622,4	1 391,6	1 056,3	659,0
	757,8	863,6	1 071,4	1 493,9	2 025,1	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 562,1	1 167,6	752,6
F-G	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	741,6	847,4	1 055,8	1 481,6	2 024,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 550,5	1 152,5	736,4
G-Add	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	736,2	841,9	1 050,5	1 477,5	2 024,2	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 546,6	1 147,5	730,9

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giugno	Luglio	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,4	19,5	19,7	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,8	19,6	19,3
A-B	18,6	18,7	19,0	19,4	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,5	19,1	18,6
B-C	18,6	18,7	19,0	19,4	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,5	19,1	18,6
C-D	18,5	18,7	19,0	19,4	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,5	19,1	18,5
D-E	3,4	5,3	8,3	13,1	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,8	9,5	3,4
E-F	3,4	5,2	8,2	13,1	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,8	9,5	3,3
F-G	3,0	4,9	8,0	13,0	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,7	9,3	2,9
G-Add	2,7	4,6	7,8	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,1	2,6
Add-Esterno	2,6	4,5	7,7	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,0	2,5

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

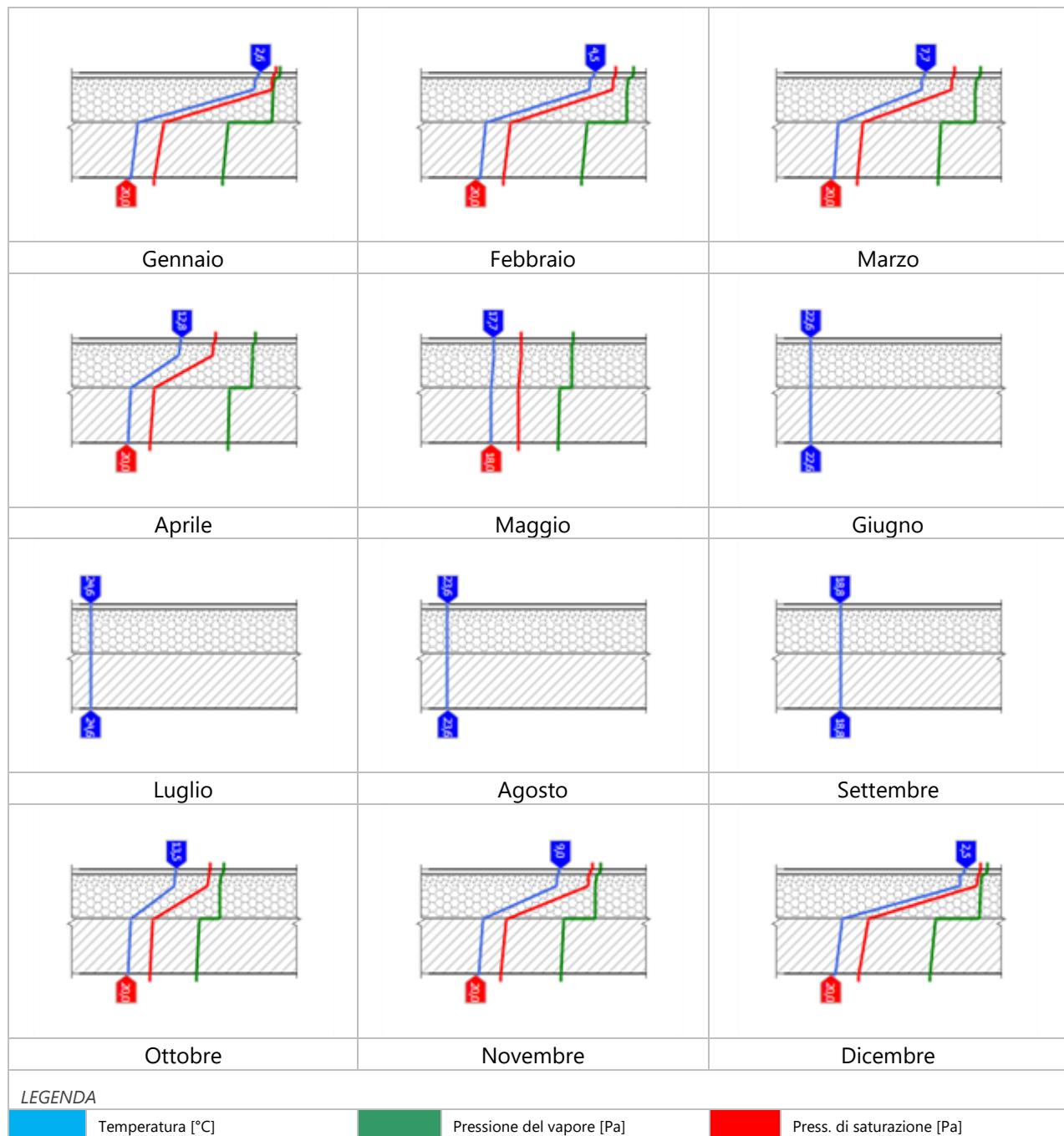
Gc: 0,0000 kg/m²

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	532 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa **OK**

Condizioni al contorno

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

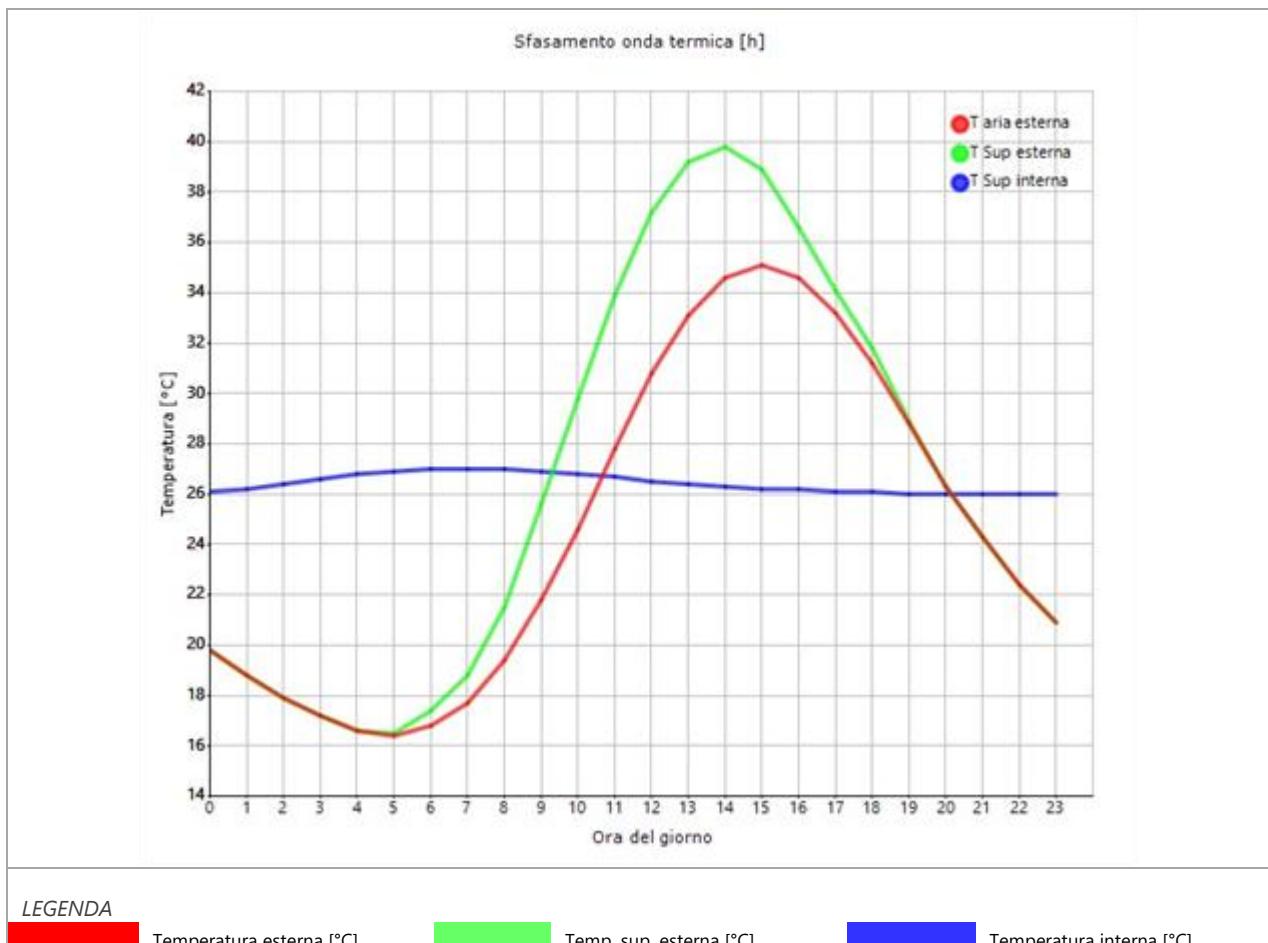
Inerzia termica

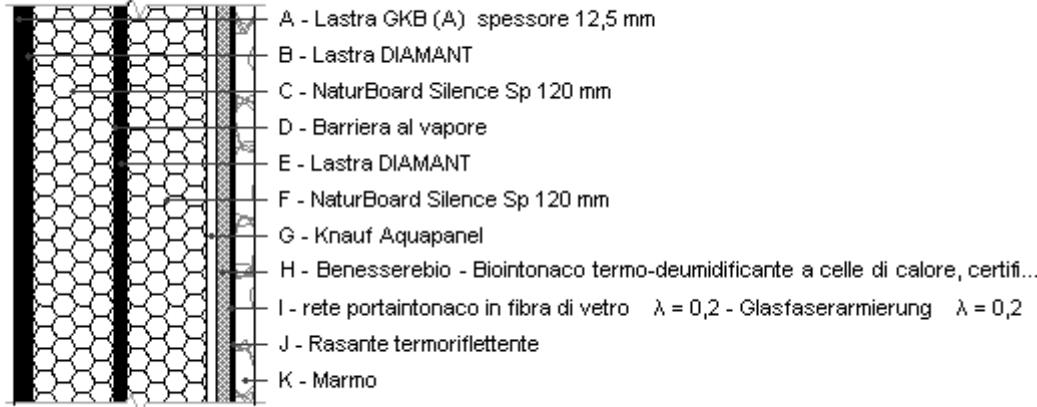
Sfasamento dell'onda termica	16h 47'
Fattore di attenuazione	0,0452
Capacità termica interna C1	75,0 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	56,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,4 W/m ² K
Ammettenza interna	5,5 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,3 W/m ² K
Ammettenza esterna	4,1 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,007 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,180 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	26,08
1:00	18,84	0,00	18,84	26,20
2:00	17,91	0,00	17,91	26,39
3:00	17,16	0,00	17,16	26,58
4:00	16,60	0,00	16,60	26,77
5:00	16,41	10,20	16,54	26,91
6:00	16,79	49,20	17,38	27,00
7:00	17,72	85,80	18,75	27,03
8:00	19,41	173,80	21,49	26,99
9:00	21,84	316,80	25,64	26,89
10:00	24,64	434,00	29,85	26,77
11:00	27,82	509,60	33,94	26,67
12:00	30,81	535,60	37,24	26,54
13:00	33,06	509,60	39,17	26,42
14:00	34,55	434,00	39,76	26,33
15:00	35,11	316,80	38,92	26,24
16:00	34,55	173,80	36,64	26,18
17:00	33,24	70,40	34,09	26,13
18:00	31,19	49,60	31,78	26,08

19:00	28,76	10,20	28,88	26,04
20:00	26,32	0,00	26,32	26,01
21:00	24,27	0,00	24,27	25,98
22:00	22,40	0,00	22,40	25,98
23:00	20,90	0,00	20,90	26,02

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



M1

Spessore	352,0 mm	Trasmittanza	0,135 W/m ² K
Resistenza	7,424 m ² K/W	Massa superf.	162 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ u
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	760	0,20	10,0
B	Lastra DIAMANT	12,5	0,240	0,052	1 085	0,20	10,0
C	NaturBoard Silence Sp 120 mm	120,0	0,035	3,429	100	1,03	1,0
D	Barriera al vapore	4,0	0,400	0,010	360	1,50	20 000,0
E	Lastra DIAMANT	12,5	0,240	0,052	1 085	0,20	10,0
F	NaturBoard Silence Sp 120 mm	120,0	0,035	3,429	100	1,03	1,0
G	Knauf Aquapanel	12,5	0,290	0,043	1 050	0,25	18,0
H	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	20,0	0,140	0,143	750	1,10	5,0
I	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	4,0	0,200	0,020	1 000	1,00	1,0
J	Rasante termoriflettente	4,0	1,000	0,004	1 350	1,13	30,0
K	Marmo	30,0	3,000	0,010	2 700	1,00	10 000,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	352,0		7,424			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Ornago
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³

Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	91,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,5 °C	73,5 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,7 °C	69,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,8 °C	66,3 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,7 °C	68,1 %	0,5 1/h
<td>22,6 °C</td> <td>- %</td> <td>22,6 °C</td> <td>68,0 %</td> <td>0,5 1/h</td>	22,6 °C	- %	22,6 °C	68,0 %	0,5 1/h
<td>24,6 °C</td> <td>- %</td> <td>24,6 °C</td> <td>60,4 %</td> <td>0,5 1/h</td>	24,6 °C	- %	24,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
<td>23,6 °C</td> <td>- %</td> <td>23,6 °C</td> <td>55,2 %</td> <td>0,5 1/h</td>	23,6 °C	- %	23,6 °C	55,2 %	0,5 1/h
<td>18,8 °C</td> <td>- %</td> <td>18,8 °C</td> <td>74,6 %</td> <td>0,5 1/h</td>	18,8 °C	- %	18,8 °C	74,6 %	0,5 1/h
<td>20,0 °C</td> <td>- %</td> <td>13,5 °C</td> <td>89,4 %</td> <td>0,5 1/h</td>	20,0 °C	- %	13,5 °C	89,4 %	0,5 1/h
<td>20,0 °C</td> <td>- %</td> <td>9,0 °C</td> <td>90,8 %</td> <td>0,5 1/h</td>	20,0 °C	- %	9,0 °C	90,8 %	0,5 1/h
<td>20,0 °C</td> <td>- %</td> <td>2,5 °C</td> <td>87,3 %</td> <td>0,5 1/h</td>	20,0 °C	- %	2,5 °C	87,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNIALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,50 °C	638,00 Pa
ESTIVA	24,60 °C	2 009,30 Pa	24,60 °C	1 867,50 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i: pressione interna

p_e: pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,117 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	Pe	ΔP	Pi	θ_i	φ_i
ottobre	13,5 °C	1381,96 Pa	330,75 Pa	1712,71 Pa	20 °C	65 %
novembre	9,0 °C	1041,99 Pa	490,5 Pa	1532,49 Pa	20 °C	65 %
dicembre	2,5 °C	637,95 Pa	721,25 Pa	1359,2 Pa	20 °C	65 %
gennaio	2,6 °C	673 Pa	717,7 Pa	1390,7 Pa	20 °C	65 %
febbraio	4,5 °C	619,17 Pa	650,25 Pa	1269,42 Pa	20 °C	65 %
marzo	7,7 °C	730,62 Pa	536,65 Pa	1267,27 Pa	20 °C	65 %
aprile	12,8 °C	980,02 Pa	355,6 Pa	1335,62 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θ_{si} -critica	fRsi-amm
ottobre	18,59°C	0,7834
novembre	16,83°C	0,7116
dicembre	14,95°C	0,7115
gennaio	15,31°C	0,7303
febbraio	13,89°C	0,6061
marzo	13,87°C	0,5015
aprile	14,68°C	0,261

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica

fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0,7834 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 390,7	1 269,4	1 267,3	1 335,6	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,9	1 712,7	1 532,5	1 359,2
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 390,6	1 269,3	1 267,2	1 335,6	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,8	1 712,7	1 532,4	1 359,1
	2 234,7	2 245,7	2 264,3	2 294,2	2 061,2	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 298,3	2 271,8	2 234,1
A-B	1 390,4	1 269,2	1 267,1	1 335,5	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,8	1 712,6	1 532,3	1 358,9
	2 218,0	2 230,8	2 252,3	2 287,1	2 061,0	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 291,9	2 261,1	2 217,4
B-C	1 390,3	1 269,1	1 267,0	1 335,4	1 559,7	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,8	1 712,5	1 532,2	1 358,8
	1 334,1	1 421,0	1 578,7	1 861,8	2 043,3	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 904,0	1 647,0	1 329,6
C-D	1 306,0	1 192,7	1 203,9	1 293,7	1 538,4	1 871,7	1 811,6	1 582,2	1 744,0	1 673,7	1 474,6	1 274,1
	1 332,0	1 419,1	1 577,0	1 860,7	2 043,3	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 902,9	1 645,5	1 327,6
D-E	1 305,9	1 192,6	1 203,8	1 293,6	1 538,4	1 871,6	1 811,7	1 582,3	1 744,0	1 673,6	1 474,5	1 274,0
	1 321,4	1 409,1	1 568,3	1 854,8	2 043,0	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 897,5	1 637,4	1 317,0
E-F	1 305,8	1 192,5	1 203,8	1 293,5	1 538,3	1 871,6	1 811,7	1 582,3	1 744,0	1 673,6	1 474,4	1 273,8
	768,2	873,9	1 081,3	1 501,7	2 025,6	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 569,3	1 177,2	762,9
F-G	1 305,5	1 192,2	1 203,6	1 293,4	1 538,3	1 871,6	1 811,7	1 582,3	1 743,9	1 673,5	1 474,3	1 273,6
	762,8	868,6	1 076,1	1 497,6	2 025,3	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 565,6	1 172,2	757,5
G-H	1 305,4	1 192,1	1 203,5	1 293,4	1 538,3	1 871,6	1 811,7	1 582,3	1 743,9	1 673,4	1 474,2	1 273,5
	745,1	850,9	1 059,2	1 484,3	2 024,6	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 553,1	1 155,8	739,9
H-I	1 305,4	1 192,1	1 203,5	1 293,4	1 538,3	1 871,6	1 811,7	1 582,3	1 743,9	1 673,4	1 474,2	1 273,5
	742,7	848,5	1 056,8	1 482,5	2 024,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 551,3	1 153,6	737,5
I-J	1 305,3	1 192,0	1 203,4	1 293,3	1 538,2	1 871,6	1 811,7	1 582,3	1 743,9	1 673,3	1 474,1	1 273,4
	742,2	848,0	1 056,4	1 482,1	2 024,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 551,0	1 153,1	737,0
J-K	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	741,0	846,8	1 055,2	1 481,2	2 024,4	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 550,1	1 152,0	735,8
K-Add	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	736,2	841,9	1 050,5	1 477,5	2 024,2	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 546,6	1 147,5	730,9

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,5	19,6	19,8	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,8	19,6	19,4
A-B	19,3	19,4	19,5	19,7	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,7	19,5	19,3
B-C	19,2	19,3	19,4	19,7	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,7	19,5	19,2
C-D	11,3	12,2	13,8	16,4	17,8	22,6	24,6	23,6	18,8	16,7	14,5	11,2
D-E	11,2	12,2	13,8	16,4	17,8	22,6	24,6	23,6	18,8	16,7	14,5	11,2
E-F	11,1	12,1	13,7	16,3	17,8	22,6	24,6	23,6	18,8	16,7	14,4	11,1
F-G	3,2	5,0	8,1	13,0	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,7	9,4	3,1
G-H	3,1	4,9	8,1	13,0	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,7	9,3	3,0
H-I	2,8	4,7	7,8	12,9	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,6	9,1	2,7
I-J	2,7	4,6	7,8	12,9	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,1	2,6
J-K	2,7	4,6	7,8	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,1	2,6
K-Add	2,7	4,6	7,8	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,1	2,6
Add-Esterno	2,6	4,5	7,7	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,0	2,5

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0782	-0,2015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0391
Ma [Kg/m ²]	0,1173	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0391
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. F/G												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. G/H												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

gennaio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,1173 kg/m²

dicembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,0391 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archiviogennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0782 kg/m² C-D nel mese di gennaio

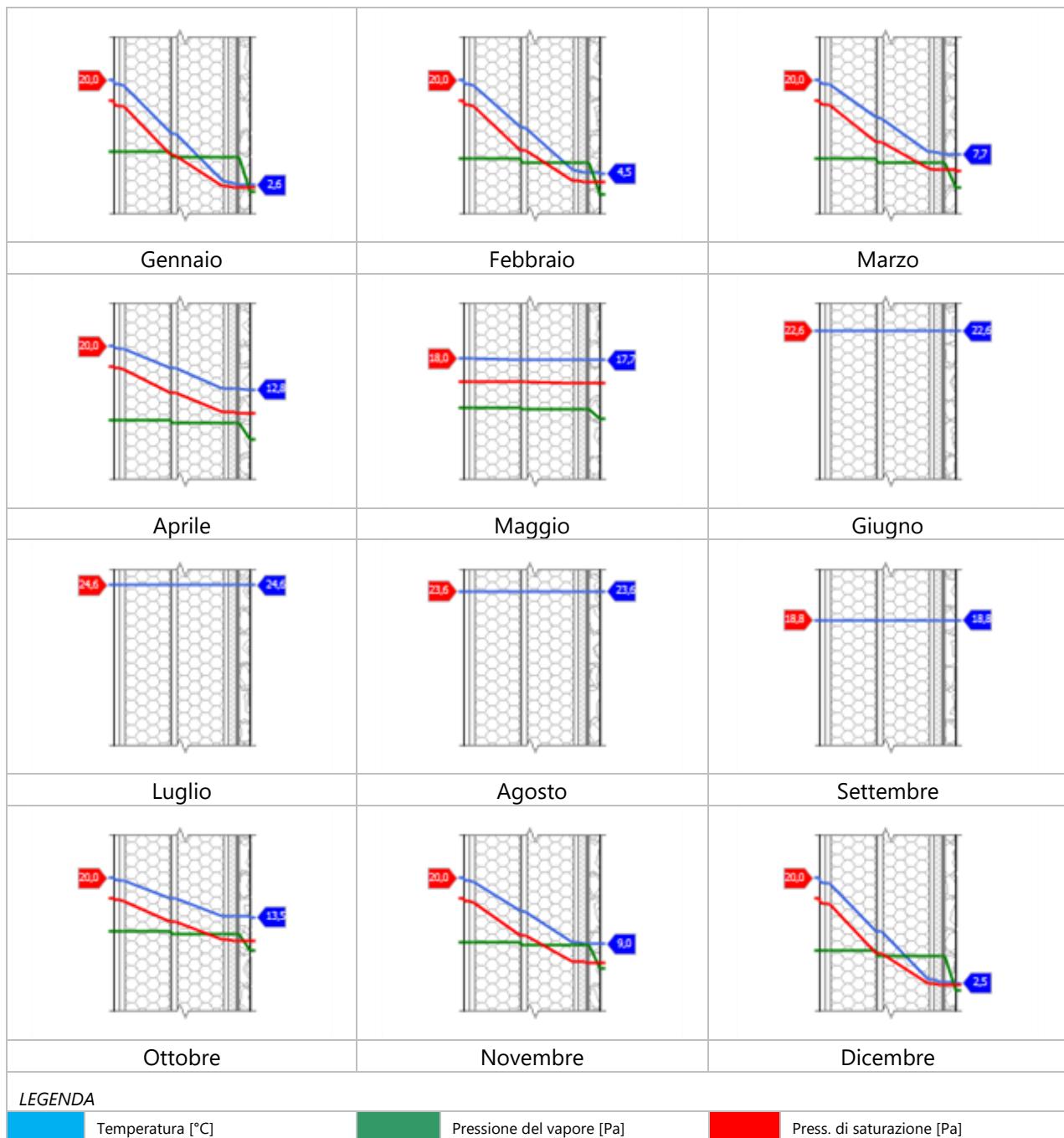
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,1173 nel mese di gennaio kg/m² C-D

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia C-D - Formazione di condensa: 0,1173 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	162 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa OK

Condizioni al contorno

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

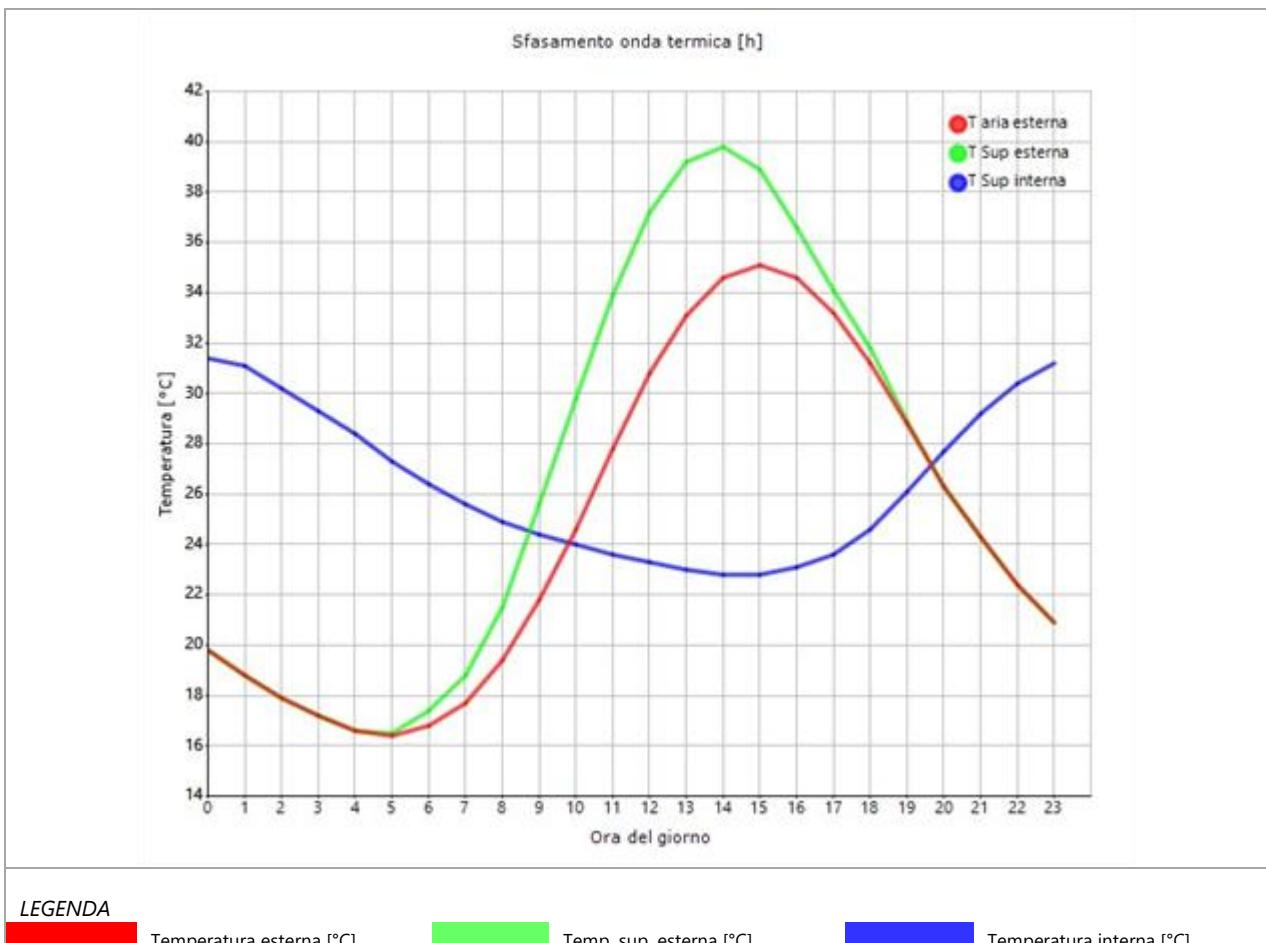
Inerzia termica

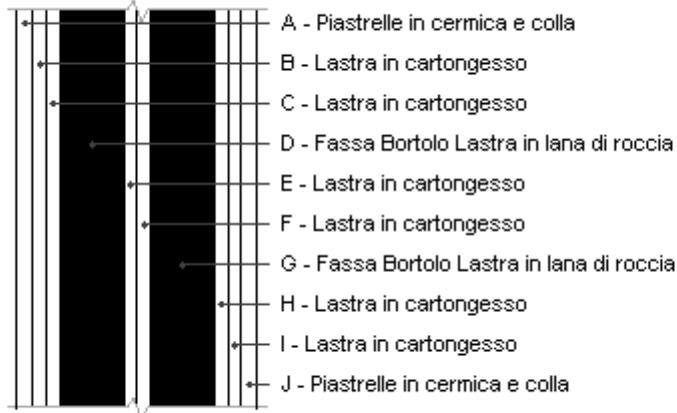
Sfasamento dell'onda termica	10h 10'
Fattore di attenuazione	0,3714
Capacità termica interna C1	10,3 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	104,0 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,6 W/m ² K
Ammettenza interna	0,7 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	16,4 W/m ² K
Ammettenza esterna	7,5 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,050 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	<u>OK</u>

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	31,38
1:00	18,84	0,00	18,84	31,07
2:00	17,91	0,00	17,91	30,22
3:00	17,16	0,00	17,16	29,27
4:00	16,60	0,00	16,60	28,42
5:00	16,41	10,20	16,54	27,34
6:00	16,79	49,20	17,38	26,39
7:00	17,72	85,80	18,75	25,62
8:00	19,41	173,80	21,49	24,93
9:00	21,84	316,80	25,64	24,37
10:00	24,64	434,00	29,85	23,96
11:00	27,82	509,60	33,94	23,61
12:00	30,81	535,60	37,24	23,26
13:00	33,06	509,60	39,17	22,99
14:00	34,55	434,00	39,76	22,78
15:00	35,11	316,80	38,92	22,75
16:00	34,55	173,80	36,64	23,07
17:00	33,24	70,40	34,09	23,58
18:00	31,19	49,60	31,78	24,59

19:00	28,76	10,20	28,88	26,13
20:00	26,32	0,00	26,32	27,70
21:00	24,27	0,00	24,27	29,22
22:00	22,40	0,00	22,40	30,44
23:00	20,90	0,00	20,90	31,16

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



Mi1

Spessore	225,0 mm	Trasmittanza	0,289 W/m ² K
Resistenza	3,464 m ² K/W	Massa superf.	141 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ_u
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Piastrelle in ceramica e colla	15,0	1,300	0,012	2 300	0,84	150,0
B	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
C	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
D	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	60,0	0,039	1,538	130	1,03	1,4
E	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
F	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
G	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	60,0	0,039	1,538	130	1,03	1,4
H	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
I	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
J	Piastrelle in ceramica e colla	15,0	1,300	0,012	2 300	0,84	150,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	225,0		3,464			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Ornago
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Locale interno alla zona
Coeff. btr,x	0
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	91,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,5 °C	73,5 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,7 °C	69,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,8 °C	66,3 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,7 °C	68,1 %	0,5 1/h
giugno	22,6 °C	- %	22,6 °C	68,0 %	0,5 1/h
luglio	24,6 °C	- %	24,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
agosto	23,6 °C	- %	23,6 °C	55,2 %	0,5 1/h
settembre	18,8 °C	- %	18,8 °C	74,6 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,5 °C	89,4 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	9,0 °C	90,8 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,5 °C	87,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,50 °C	638,00 Pa
ESTIVA	24,60 °C	2 009,30 Pa	24,60 °C	1 867,50 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,039 kg/m² (rievaporabile durante il periodo estivo).

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,5 °C	1381,96 Pa	330,75 Pa	1712,71 Pa	20 °C	65 %
novembre	9,0 °C	1041,99 Pa	490,5 Pa	1532,49 Pa	20 °C	65 %
dicembre	2,5 °C	637,95 Pa	721,25 Pa	1359,2 Pa	20 °C	65 %
gennaio	2,6 °C	673 Pa	717,7 Pa	1390,7 Pa	20 °C	65 %
febbraio	4,5 °C	619,17 Pa	650,25 Pa	1269,42 Pa	20 °C	65 %
marzo	7,7 °C	730,62 Pa	536,65 Pa	1267,27 Pa	20 °C	65 %
aprile	12,8 °C	980,02 Pa	355,6 Pa	1335,62 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si\text{-critica}}$	$f_{Rsi\text{-amm}}$
ottobre	18,59°C	0,7834
novembre	16,83°C	0,7116
dicembre	14,95°C	0,7115
gennaio	15,31°C	0,7303
febbraio	13,89°C	0,6061
marzo	13,87°C	0,5015
aprile	14,68°C	0,261

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica

fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0,7834 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 390,7	1 269,4	1 267,3	1 335,6	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,9	1 712,7	1 532,5	1 359,2
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 321,7	1 206,9	1 215,7	1 301,5	1 542,4	1 871,8	1 810,3	1 581,6	1 747,2	1 680,9	1 485,4	1 289,9
	2 165,0	2 183,3	2 214,2	2 264,4	2 060,1	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 271,4	2 226,9	2 164,1
A-B	1 226,0	1 120,2	1 144,1	1 254,0	1 518,1	1 870,8	1 818,7	1 585,3	1 728,1	1 636,8	1 419,9	1 193,7
	2 154,0	2 173,4	2 206,3	2 259,7	2 059,9	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 267,1	2 219,8	2 153,0
B-C	1 130,2	1 033,4	1 072,5	1 206,5	1 493,9	1 869,8	1 827,2	1 589,1	1 709,1	1 592,7	1 354,5	1 097,4
	2 143,1	2 163,5	2 198,4	2 254,9	2 059,7	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 262,8	2 212,7	2 142,0
C-D	1 127,6	1 031,1	1 070,6	1 205,3	1 493,3	1 869,7	1 827,4	1 589,2	1 708,6	1 591,5	1 352,7	1 094,8
	1 345,7	1 431,9	1 588,2	1 868,2	2 043,6	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 909,9	1 655,8	1 341,2
D-E	1 031,9	944,3	998,9	1 157,8	1 469,0	1 868,7	1 835,8	1 592,9	1 689,6	1 547,3	1 287,2	998,6
	1 338,4	1 425,1	1 582,2	1 864,2	2 043,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 906,2	1 650,3	1 334,0
E-F	936,1	857,5	927,3	1 110,4	1 444,8	1 867,7	1 844,3	1 596,6	1 670,5	1 503,2	1 221,8	902,3
	1 331,2	1 418,3	1 576,3	1 860,2	2 043,3	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 902,5	1 644,8	1 326,7
F-G	933,5	855,2	925,4	1 109,1	1 444,1	1 867,7	1 844,5	1 596,7	1 670,0	1 502,0	1 220,0	899,7
	812,4	917,9	1 123,2	1 534,2	2 027,3	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 599,8	1 217,5	807,1
G-H	837,7	768,4	853,8	1 061,6	1 419,9	1 866,6	1 853,0	1 600,4	1 651,0	1 457,9	1 154,6	803,5
	807,7	913,3	1 118,8	1 530,8	2 027,1	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 596,6	1 213,3	802,5
H-I	742,0	681,6	782,2	1 014,2	1 395,6	1 865,6	1 861,4	1 604,1	1 632,0	1 413,7	1 089,1	707,3
	803,1	908,7	1 114,4	1 527,4	2 026,9	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 593,5	1 209,1	797,8
I-J	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	800,0	905,7	1 111,5	1 525,2	2 026,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 591,4	1 206,3	794,8
J-Add	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	736,2	841,9	1 050,5	1 477,5	2 024,2	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 546,6	1 147,5	730,9

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	20,0	20,0	20,0
Add-A	18,8	19,0	19,2	19,5	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,6	19,3	18,8
A-B	18,8	18,9	19,1	19,5	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,5	19,2	18,8
B-C	18,7	18,8	19,1	19,5	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,5	19,2	18,7
C-D	18,6	18,8	19,0	19,4	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,5	19,1	18,6
D-E	11,4	12,3	13,9	16,4	17,9	22,6	24,6	23,6	18,8	16,8	14,6	11,3
E-F	11,3	12,3	13,8	16,4	17,9	22,6	24,6	23,6	18,8	16,8	14,5	11,3
F-G	11,2	12,2	13,8	16,4	17,8	22,6	24,6	23,6	18,8	16,7	14,4	11,2
G-H	4,0	5,7	8,7	13,4	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,0	9,9	3,9
H-I	3,9	5,7	8,6	13,3	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,0	9,8	3,8
I-J	3,8	5,6	8,6	13,3	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,0	9,8	3,7
J-Add	3,8	5,5	8,5	13,3	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,9	9,7	3,7
Add-Esterno	2,6	4,5	7,7	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,0	2,5

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. G/H												
Gc [Kg/m ²]	0,0200	-0,0056	-0,0196	-0,0407	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0190
Ma [Kg/m ²]	0,0392	0,0336	0,0141	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0193
Interf. H/I												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. I/J												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. J/K												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0,0392 kg/m²

febbraio - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0,0336 kg/m²

marzo - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0,0141 kg/m²

novembre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0,0002 kg/m²

dicembre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0,0193 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archivio gennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0200 kg/m² G-H nel mese di gennaio

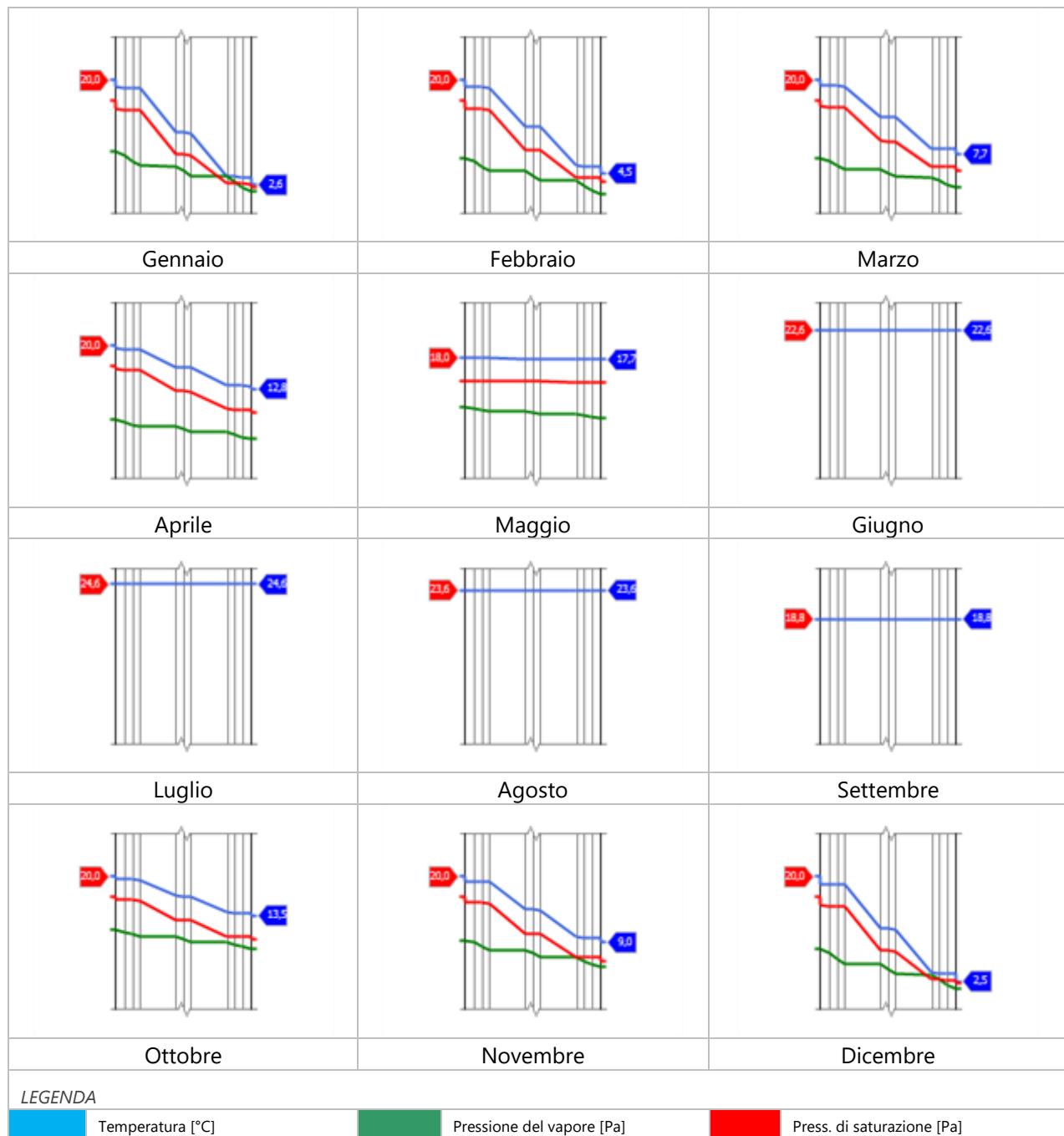
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0392 nel mese di gennaio kg/m² G-H

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia G-H - Formazione di condensa: 0,0392 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	141 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa NO

Condizioni al contorno

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

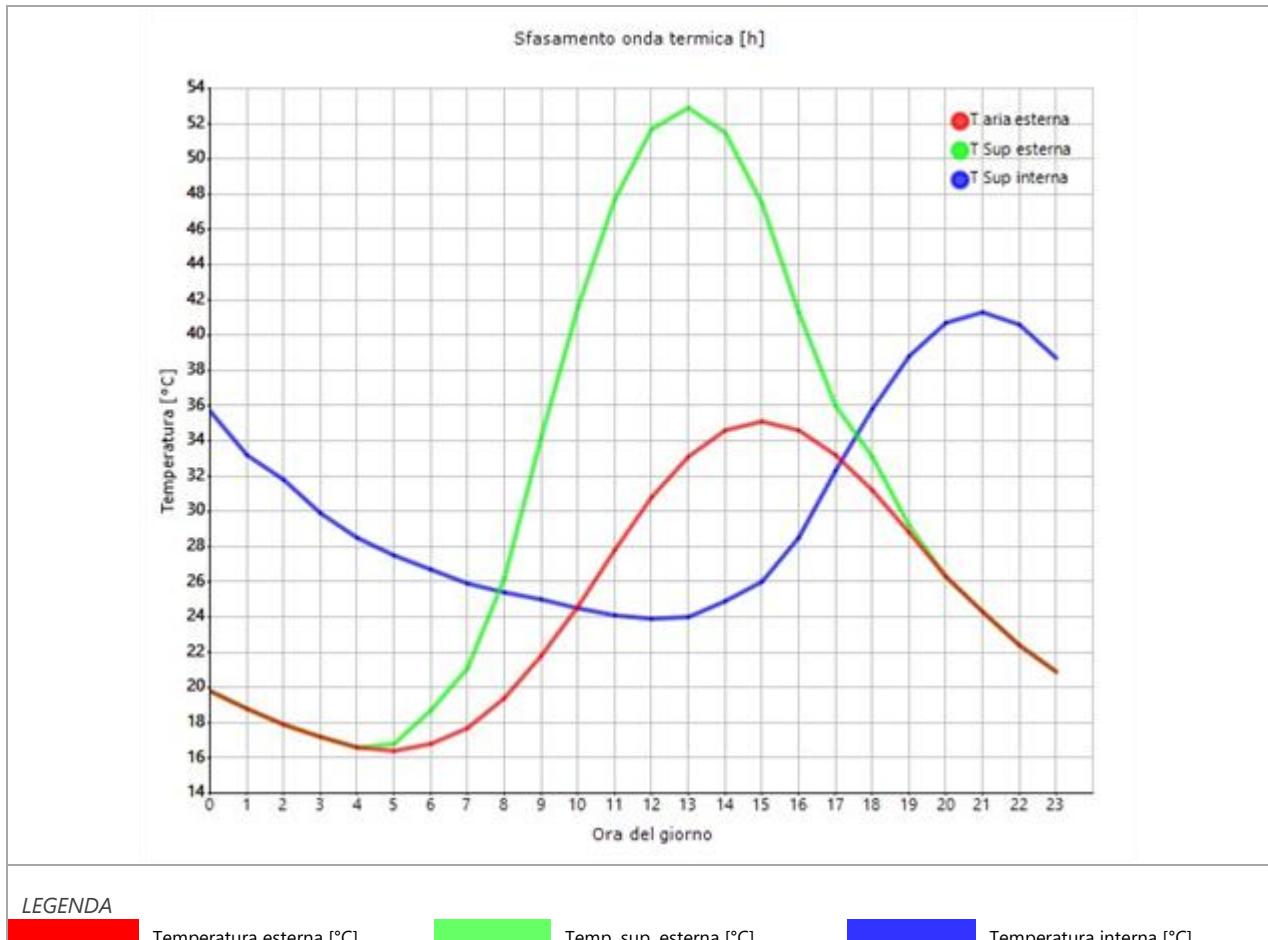
Inerzia termica

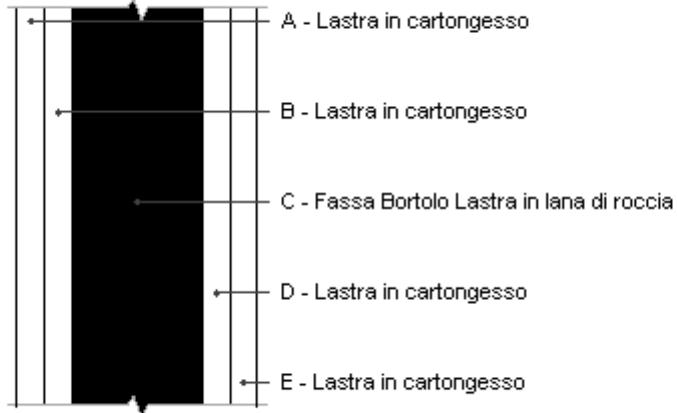
Sfasamento dell'onda termica	8h 01'
Fattore di attenuazione	0,4791
Capacità termica interna C1	44,1 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	44,1 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza interna	3,1 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza esterna	3,1 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,138 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	<u>NO</u>

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	35,72
1:00	18,84	0,00	18,84	33,17
2:00	17,91	0,00	17,91	31,79
3:00	17,16	0,00	17,16	29,89
4:00	16,60	0,00	16,60	28,53
5:00	16,41	10,20	16,81	27,55
6:00	16,79	49,20	18,71	26,65
7:00	17,72	85,80	21,07	25,94
8:00	19,41	173,80	26,19	25,40
9:00	21,84	316,80	34,20	24,95
10:00	24,64	434,00	41,57	24,50
11:00	27,82	509,60	47,70	24,15
12:00	30,81	535,60	51,71	23,88
13:00	33,06	509,60	52,94	23,98
14:00	34,55	434,00	51,48	24,89
15:00	35,11	316,80	47,47	26,02
16:00	34,55	173,80	41,33	28,47
17:00	33,24	70,40	35,99	32,31
18:00	31,19	49,60	33,12	35,84

19:00	28,76	10,20	29,15	38,78
20:00	26,32	0,00	26,32	40,69
21:00	24,27	0,00	24,27	41,28
22:00	22,40	0,00	22,40	40,59
23:00	20,90	0,00	20,90	38,67

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



Mi2

Spessore	110,0 mm	Trasmittanza	0,535 W/m ² K
Resistenza	1,868 m ² K/W	Massa superf.	45 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
B	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
C	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	60,0	0,039	1,538	130	1,03	1,4
D	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
E	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	110,0		1,868			

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	45 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa NO

Condizioni al contorno

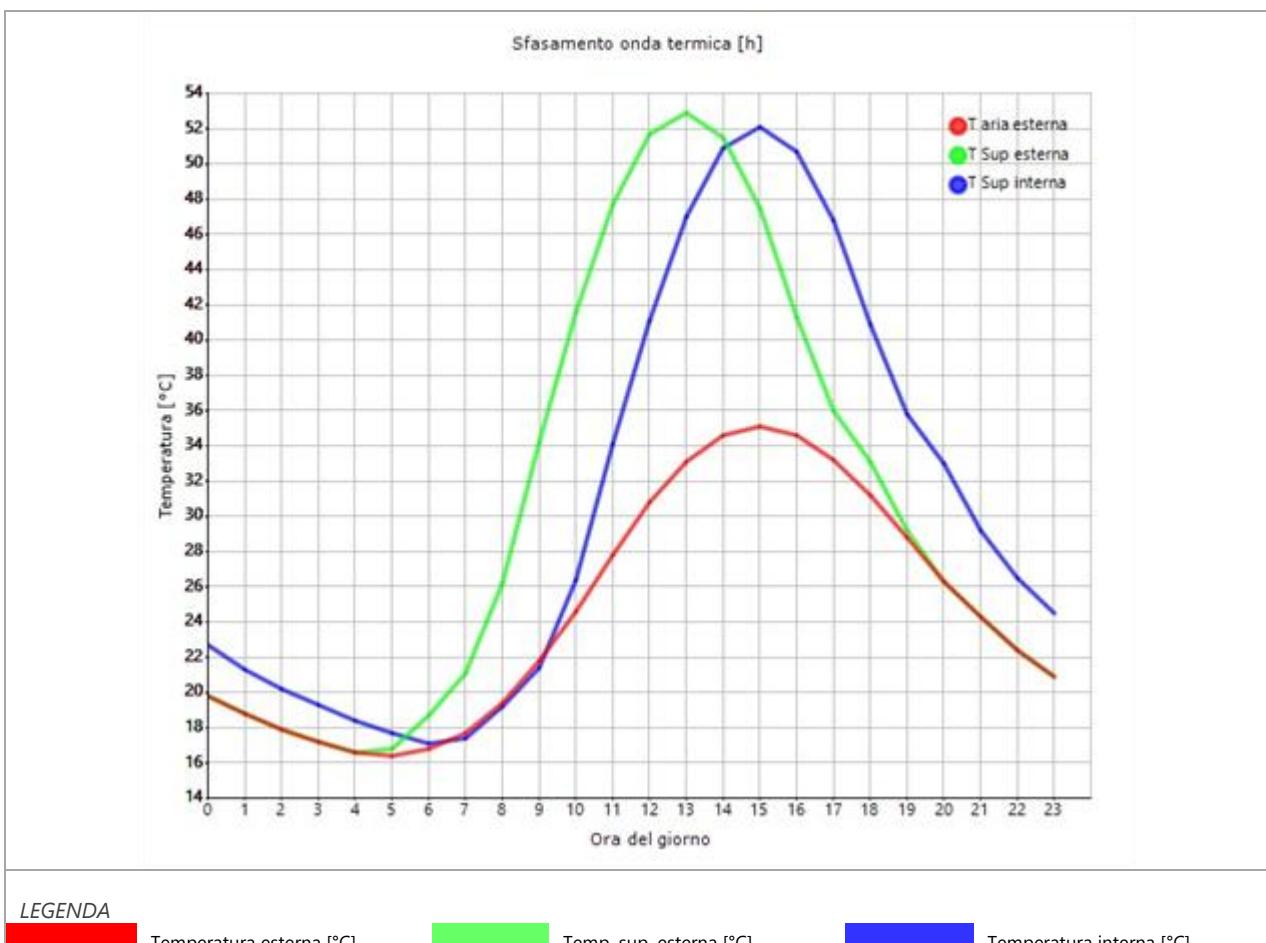
Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

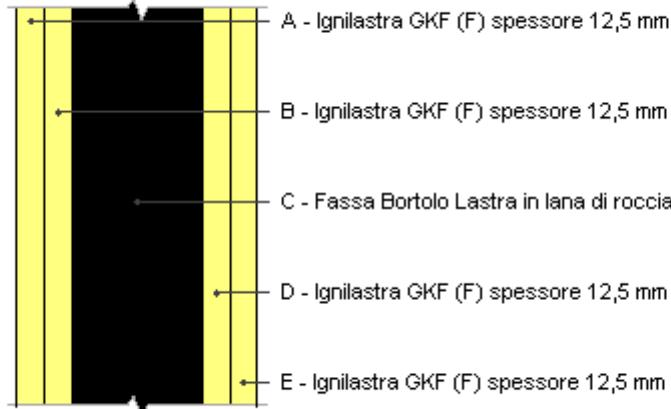
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	1h 58'
Fattore di attenuazione	0,9607
Capacità termica interna C1	19,3 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	19,3 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza interna	1,3 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza esterna	1,3 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,514 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	NO

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	22,72
1:00	18,84	0,00	18,84	21,28
2:00	17,91	0,00	17,91	20,20
3:00	17,16	0,00	17,16	19,30
4:00	16,60	0,00	16,60	18,41
5:00	16,41	10,20	16,81	17,69
6:00	16,79	49,20	18,71	17,15
7:00	17,72	85,80	21,07	17,35
8:00	19,41	173,80	26,19	19,17
9:00	21,84	316,80	34,20	21,44
10:00	24,64	434,00	41,57	26,36
11:00	27,82	509,60	47,70	34,05
12:00	30,81	535,60	51,71	41,14
13:00	33,06	509,60	52,94	47,03
14:00	34,55	434,00	51,48	50,88
15:00	35,11	316,80	47,47	52,06
16:00	34,55	173,80	41,33	50,66
17:00	33,24	70,40	35,99	46,81
18:00	31,19	49,60	33,12	40,91
19:00	28,76	10,20	29,15	35,78
20:00	26,32	0,00	26,32	33,02
21:00	24,27	0,00	24,27	29,21
22:00	22,40	0,00	22,40	26,49
23:00	20,90	0,00	20,90	24,51

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



Mi3

Spessore	110,0 mm	Trasmittanza	0,488 W/m ² K
Resistenza	2,049 m ² K/W	Massa superf.	48 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Ignilastra GKF (F) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	800	0,20	10,0
B	Ignilastra GKF (F) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	800	0,20	10,0
C	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	60,0	0,039	1,538	130	1,03	1,4
D	Ignilastra GKF (F) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	800	0,20	10,0
E	Ignilastra GKF (F) spessore 12,5 mm	12,5	0,200	0,063	800	0,20	10,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	110,0		2,049			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Ornago
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Locale interno alla zona
Coeff. btr,x	0
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produc. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	91,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,5 °C	73,5 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,7 °C	69,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,8 °C	66,3 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,7 °C	68,1 %	0,5 1/h
giugno	22,6 °C	- %	22,6 °C	68,0 %	0,5 1/h
luglio	24,6 °C	- %	24,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
agosto	23,6 °C	- %	23,6 °C	55,2 %	0,5 1/h
settembre	18,8 °C	- %	18,8 °C	74,6 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,5 °C	89,4 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	9,0 °C	90,8 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,5 °C	87,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,50 °C	638,00 Pa
ESTIVA	24,60 °C	2 009,30 Pa	24,60 °C	1 867,50 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,497 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,5 °C	1381,96 Pa	330,75 Pa	1712,71 Pa	20 °C	65 %
novembre	9,0 °C	1041,99 Pa	490,5 Pa	1532,49 Pa	20 °C	65 %
dicembre	2,5 °C	637,95 Pa	721,25 Pa	1359,2 Pa	20 °C	65 %
gennaio	2,6 °C	673 Pa	717,7 Pa	1390,7 Pa	20 °C	65 %
febbraio	4,5 °C	619,17 Pa	650,25 Pa	1269,42 Pa	20 °C	65 %
marzo	7,7 °C	730,62 Pa	536,65 Pa	1267,27 Pa	20 °C	65 %
aprile	12,8 °C	980,02 Pa	355,6 Pa	1335,62 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	$f_{Rsi-amm}$
ottobre	18,59°C	0,7834
novembre	16,83°C	0,7116
dicembre	14,95°C	0,7115
gennaio	15,31°C	0,7303
febbraio	13,89°C	0,6061
marzo	13,87°C	0,5015
aprile	14,68°C	0,261

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica

fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0,7834 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 390,7	1 269,4	1 267,3	1 335,6	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,9	1 712,7	1 532,5	1 359,2
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 237,1	1 130,2	1 152,4	1 259,5	1 521,0	1 870,9	1 817,7	1 584,9	1 730,3	1 641,9	1 427,5	1 204,8
	2 014,6	2 047,8	2 104,7	2 198,5	2 057,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 211,6	2 128,3	2 012,8
A-B	1 083,5	991,1	1 037,5	1 183,4	1 482,1	1 869,3	1 831,3	1 590,9	1 699,8	1 571,1	1 322,5	1 050,4
	1 955,0	1 993,8	2 060,8	2 171,6	2 056,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 187,2	2 088,6	1 953,0
B-C	980,2	897,5	960,4	1 132,2	1 456,0	1 868,2	1 840,4	1 594,9	1 679,3	1 523,6	1 252,0	946,7
	899,7	1 004,1	1 204,1	1 595,6	2 030,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 657,3	1 294,9	894,5
C-D	826,6	758,4	845,5	1 056,1	1 417,1	1 866,5	1 853,9	1 600,8	1 648,8	1 452,8	1 147,0	792,3
	870,4	975,3	1 177,2	1 575,4	2 029,5	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 638,4	1 269,2	865,2
D-E	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	841,9	947,2	1 150,8	1 555,4	2 028,4	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 619,6	1 244,0	836,7
E-Add	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	736,2	841,9	1 050,5	1 477,5	2 024,2	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 546,6	1 147,5	730,9

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	20,0	20,0	20,0
Add-A	18,1	18,3	18,7	19,2	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,3	18,8	18,1
A-B	17,6	17,9	18,3	19,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,1	18,5	17,6
B-C	17,1	17,5	18,0	18,8	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	18,9	18,2	17,1
C-D	5,5	7,0	9,7	14,0	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,6	10,8	5,4
D-E	5,0	6,6	9,4	13,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,4	10,5	4,9
E-Add	4,5	6,2	9,0	13,6	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,2	10,2	4,4
Add-Esterno	2,6	4,5	7,7	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,0	2,5

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,3017	-0,3606	-0,9133	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1956
Ma [Kg/m ²]	0,4973	0,1368	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1956
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,4973 kg/m²

febbraio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,1368 kg/m²

dicembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,1956 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archivogennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,3017 kg/m² C-D nel mese di gennaio

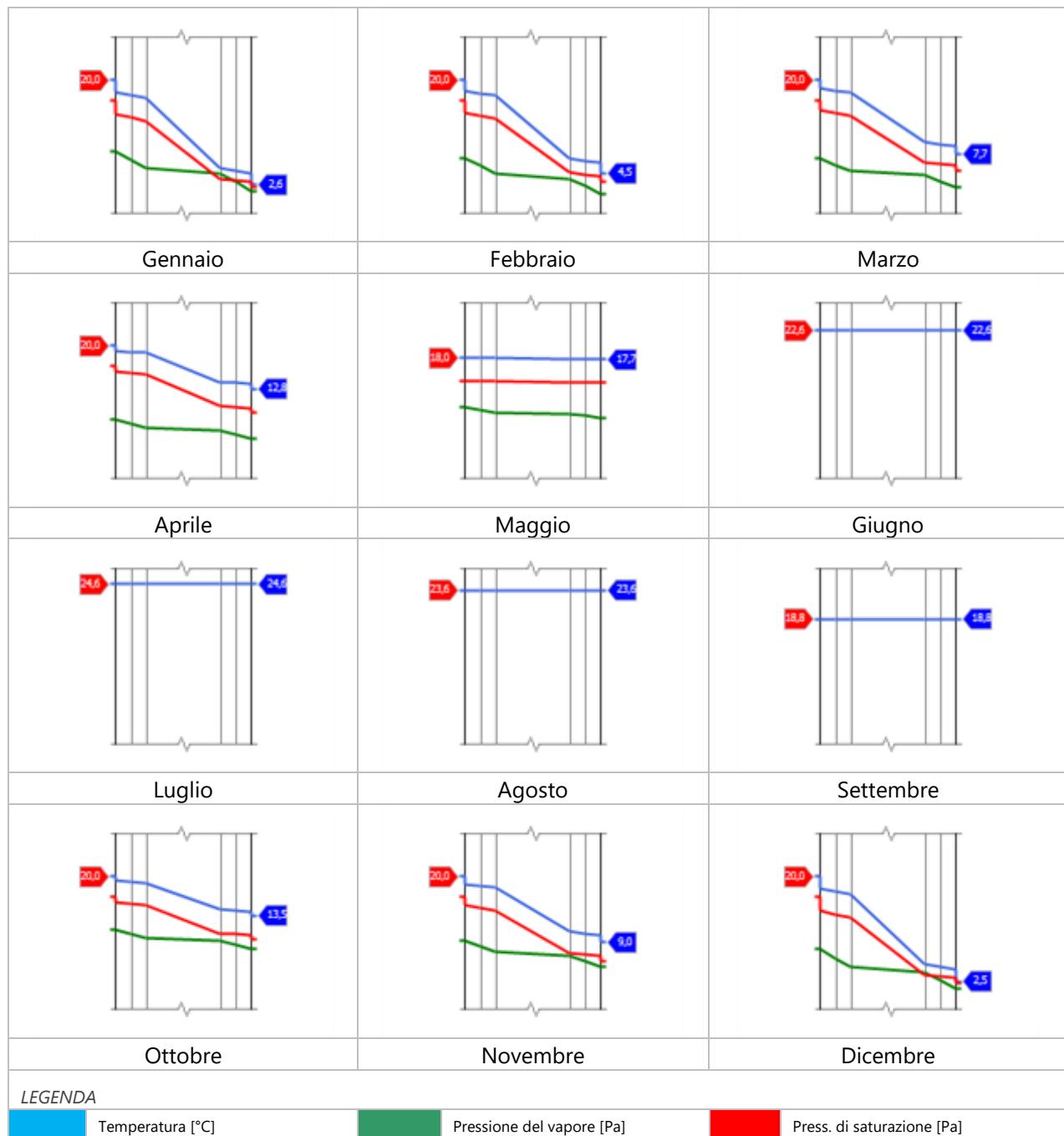
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,4973 nel mese di gennaio kg/m² C-D

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia C-D - Formazione di condensa: 0,4973 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	48 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa NO

Condizioni al contorno

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

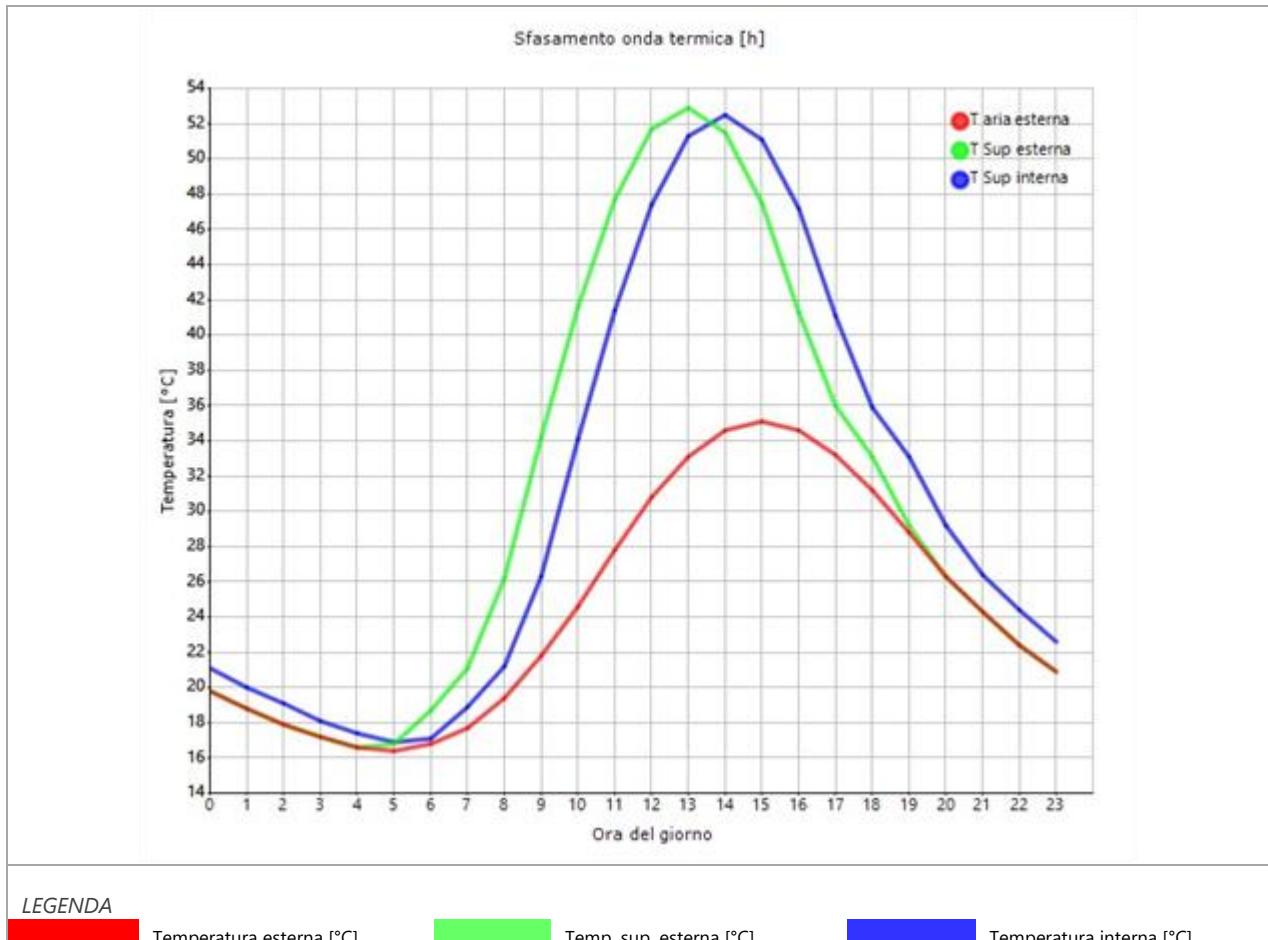
Inerzia termica

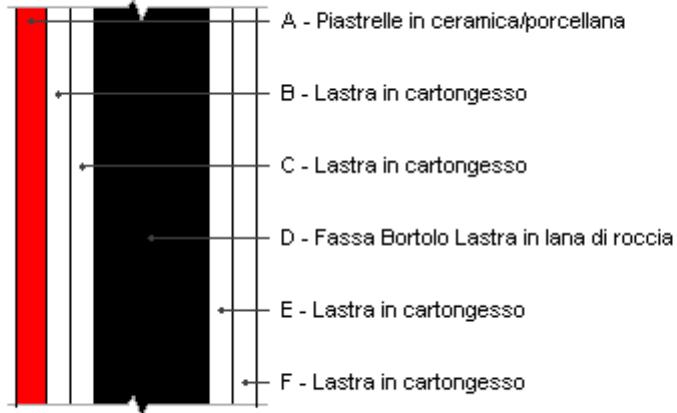
Sfasamento dell'onda termica	1h 18'
Fattore di attenuazione	0,9812
Capacità termica interna C1	7,9 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	7,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	14,5 W/m ² K
Ammettenza interna	0,7 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,5 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,7 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,479 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	<u>NO</u>

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	21,08
1:00	18,84	0,00	18,84	19,98
2:00	17,91	0,00	17,91	19,06
3:00	17,16	0,00	17,16	18,15
4:00	16,60	0,00	16,60	17,41
5:00	16,41	10,20	16,81	16,86
6:00	16,79	49,20	18,71	17,07
7:00	17,72	85,80	21,07	18,93
8:00	19,41	173,80	26,19	21,25
9:00	21,84	316,80	34,20	26,27
10:00	24,64	434,00	41,57	34,13
11:00	27,82	509,60	47,70	41,37
12:00	30,81	535,60	51,71	47,38
13:00	33,06	509,60	52,94	51,31
14:00	34,55	434,00	51,48	52,52
15:00	35,11	316,80	47,47	51,09
16:00	34,55	173,80	41,33	47,15
17:00	33,24	70,40	35,99	41,13
18:00	31,19	49,60	33,12	35,89

19:00	28,76	10,20	29,15	33,07
20:00	26,32	0,00	26,32	29,18
21:00	24,27	0,00	24,27	26,40
22:00	22,40	0,00	22,40	24,39
23:00	20,90	0,00	20,90	22,55

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



Mi4

Spessore	125,0 mm	Trasmittanza	0,532 W/m ² K
Resistenza	1,880 m ² K/W	Massa superf.	80 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Piastrelle in ceramica/porcellana	15,0	1,300	0,012	2 300	0,84	150,0
B	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
C	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
D	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	60,0	0,039	1,538	130	1,03	1,4
E	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
F	Lastra in cartongesso	12,5	0,720	0,017	750	0,84	250,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	125,0		1,880			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Ornago
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Locale interno alla zona
Coeff. btr,x	0
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produc. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	91,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,5 °C	73,5 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,7 °C	69,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,8 °C	66,3 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,7 °C	68,1 %	0,5 1/h
giugno	22,6 °C	- %	22,6 °C	68,0 %	0,5 1/h
luglio	24,6 °C	- %	24,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
agosto	23,6 °C	- %	23,6 °C	55,2 %	0,5 1/h
settembre	18,8 °C	- %	18,8 °C	74,6 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,5 °C	89,4 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	9,0 °C	90,8 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,5 °C	87,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,50 °C	638,00 Pa
ESTIVA	24,60 °C	2 009,30 Pa	24,60 °C	1 867,50 Pa

 θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_e : temperatura esterna φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i: pressione internap_e: pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 408,038 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P _e	ΔP	P _i	θ_i	φ_i
ottobre	13,5 °C	1381,96 Pa	330,75 Pa	1712,71 Pa	20 °C	65 %
novembre	9,0 °C	1041,99 Pa	490,5 Pa	1532,49 Pa	20 °C	65 %
dicembre	2,5 °C	637,95 Pa	721,25 Pa	1359,2 Pa	20 °C	65 %
gennaio	2,6 °C	673 Pa	717,7 Pa	1390,7 Pa	20 °C	65 %
febbraio	4,5 °C	619,17 Pa	650,25 Pa	1269,42 Pa	20 °C	65 %
marzo	7,7 °C	730,62 Pa	536,65 Pa	1267,27 Pa	20 °C	65 %
aprile	12,8 °C	980,02 Pa	355,6 Pa	1335,62 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	f _{RSI-amm}
ottobre	18,59°C	0,7834
novembre	16,83°C	0,7116
dicembre	14,95°C	0,7115
gennaio	15,31°C	0,7303
febbraio	13,89°C	0,6061
marzo	13,87°C	0,5015
aprile	14,68°C	0,261

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica

fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0,7834 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giugno	Luglio	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 390,7	1 269,4	1 267,3	1 335,6	1 559,8	1 872,6	1 804,2	1 579,0	1 760,9	1 712,7	1 532,5	1 359,2
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	673,6	619,7	731,1	980,3	1 378,3	1 864,9	1 867,4	1 606,7	1 618,4	1 382,2	1 042,4	638,6
	2 043,8	2 074,2	2 126,2	2 211,5	2 058,0	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 223,4	2 147,7	2 042,2
A-B	673,5	619,6	731,0	980,2	1 378,3	1 864,9	1 867,4	1 606,7	1 618,4	1 382,2	1 042,3	638,4
	2 025,6	2 057,7	2 112,8	2 203,4	2 057,7	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 216,0	2 135,6	2 023,9
B-C	673,3	619,4	730,8	980,2	1 378,3	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,1	1 042,2	638,3
	2 007,4	2 041,3	2 099,5	2 195,3	2 057,4	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	2 208,7	2 123,6	2 005,7
C-D	673,3	619,4	730,8	980,2	1 378,3	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,1	1 042,2	638,3
	868,1	973,0	1 175,1	1 573,8	2 029,4	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 636,8	1 267,2	862,8
D-E	673,2	619,3	730,7	980,1	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,1	638,1
	859,5	964,5	1 167,1	1 567,7	2 029,1	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 631,2	1 259,6	854,2
E-F	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	850,9	956,1	1 159,2	1 561,7	2 028,8	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 625,6	1 252,0	845,7
F-Add	673,0	619,2	730,6	980,0	1 378,2	1 864,9	1 867,5	1 606,8	1 618,3	1 382,0	1 042,0	638,0
	736,2	841,9	1 050,5	1 477,5	2 024,2	2 740,6	3 091,3	2 911,3	2 168,9	1 546,6	1 147,5	730,9

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giugno	Luglio	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	20,0	20,0	20,0
Add-A	17,9	18,2	18,5	19,2	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,2	18,7	17,9
A-B	17,9	18,1	18,5	19,1	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,2	18,6	17,8
B-C	17,7	18,0	18,4	19,1	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,1	18,6	17,7
C-D	17,6	17,8	18,3	19,0	18,0	22,6	24,6	23,6	18,8	19,1	18,5	17,6
D-E	4,9	6,6	9,4	13,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,4	10,5	4,9
E-F	4,8	6,5	9,3	13,7	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,3	10,4	4,7
F-Add	4,7	6,3	9,2	13,6	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	14,3	10,3	4,6
Add-Esterno	2,6	4,5	7,7	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,0	2,5

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

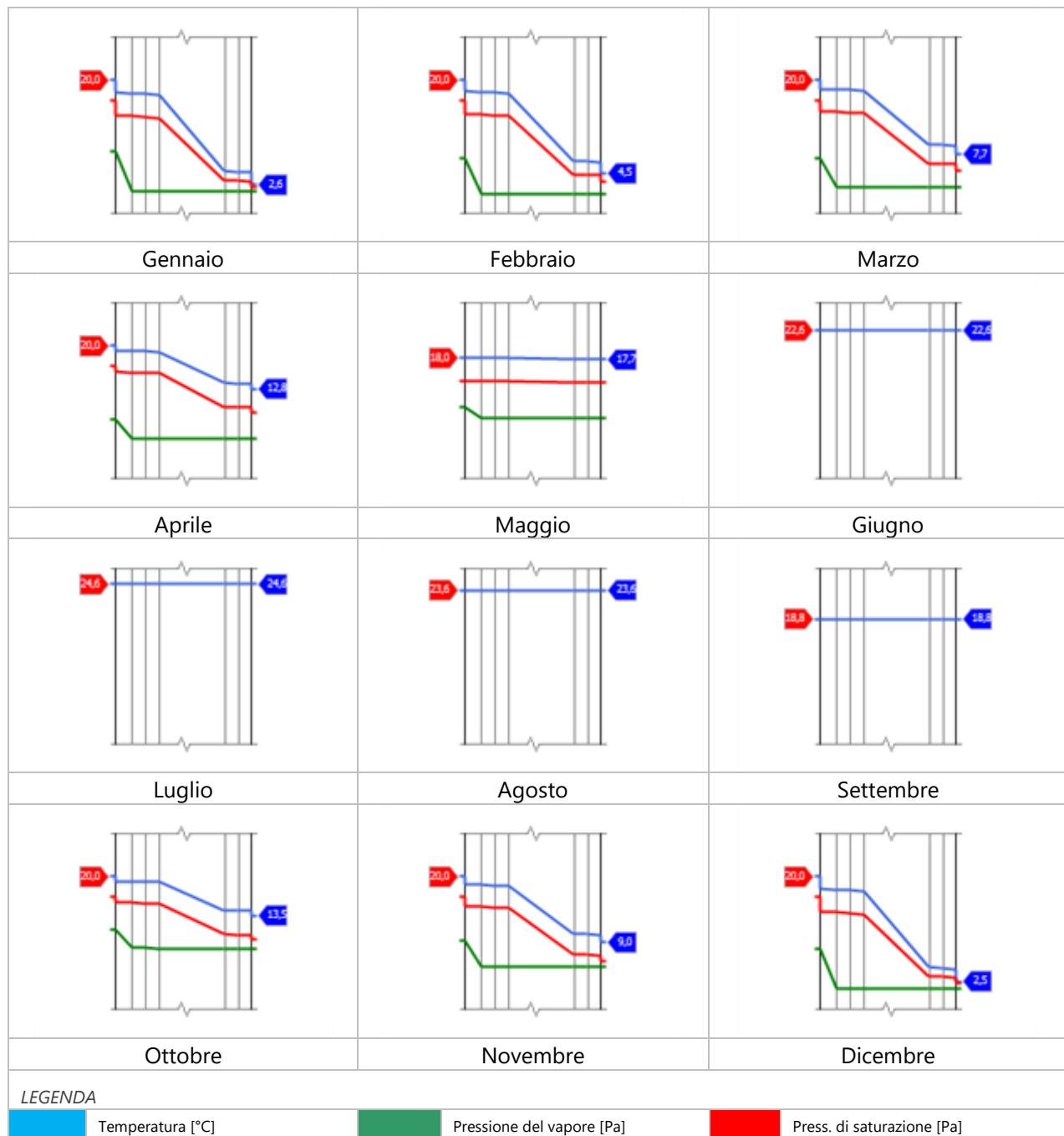
Gc: 0,0000 kg/m²

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	80 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa NO

Condizioni al contorno

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

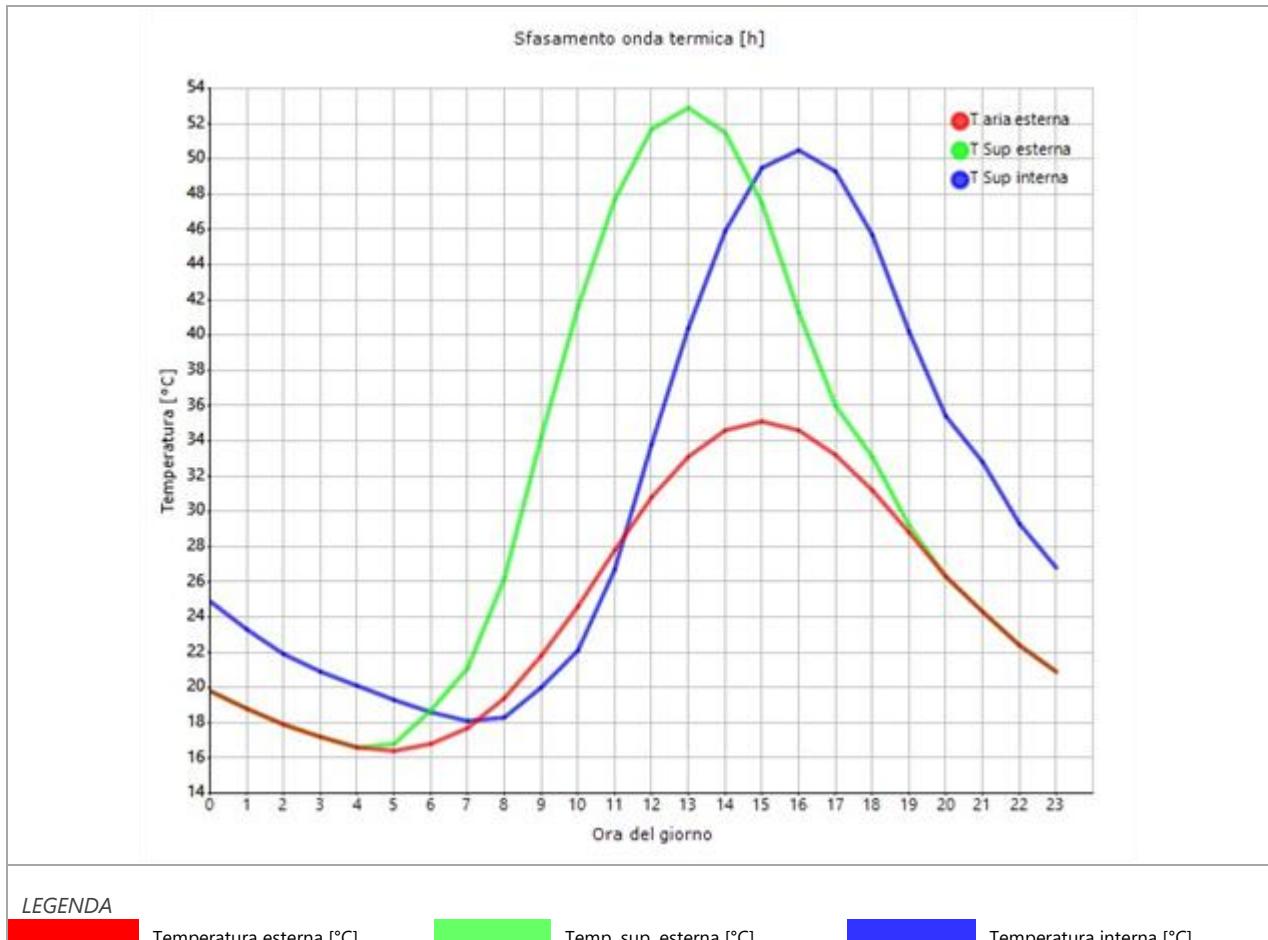
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	2h 57'
Fattore di attenuazione	0,8933
Capacità termica interna C1	42,3 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	20,8 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,8 W/m ² K
Ammettenza interna	3,0 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza esterna	1,4 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,475 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	<u>NO</u>

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	24,94
1:00	18,84	0,00	18,84	23,27
2:00	17,91	0,00	17,91	21,93
3:00	17,16	0,00	17,16	20,93
4:00	16,60	0,00	16,60	20,10
5:00	16,41	10,20	16,81	19,26
6:00	16,79	49,20	18,71	18,59
7:00	17,72	85,80	21,07	18,09
8:00	19,41	173,80	26,19	18,28
9:00	21,84	316,80	34,20	19,97
10:00	24,64	434,00	41,57	22,08
11:00	27,82	509,60	47,70	26,65
12:00	30,81	535,60	51,71	33,81
13:00	33,06	509,60	52,94	40,40
14:00	34,55	434,00	51,48	45,87
15:00	35,11	316,80	47,47	49,45
16:00	34,55	173,80	41,33	50,55
17:00	33,24	70,40	35,99	49,25
18:00	31,19	49,60	33,12	45,67

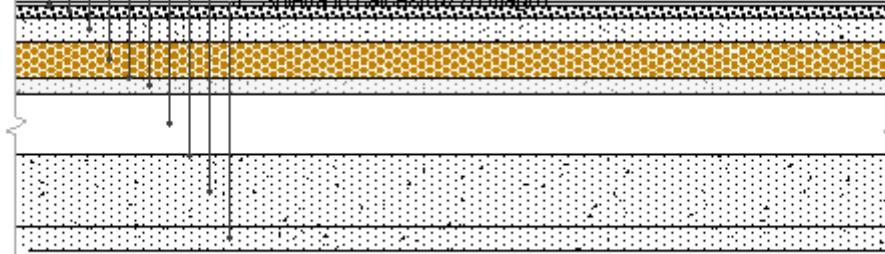
19:00	28,76	10,20	29,15	40,18
20:00	26,32	0,00	26,32	35,41
21:00	24,27	0,00	24,27	32,85
22:00	22,40	0,00	22,40	29,30
23:00	20,90	0,00	20,90	26,78

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



P1- Bagni+cucina

- A - Pavimentazione in gres
 B - Massetto pendenze
 C - Calcestruzzo allegerito 1
 D - Pannello polistirene EPS
 E - ROTHOBLAAS GROUND BAND - Barriera al radon impermeabilizzante bituminosa
 F - Soletta in calcestruzzo armato
 G - Vespaio areato
 H - Membrana impermeabilizzante bituminosa
 I - Platea di fondazione
 J - Soletta in calcestruzzo magro



Spessore	1 041,5 mm	Trasmittanza	0,133 W/m ² K
Resistenza	7,501 m ² K/W	Massa superf.	1 382 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Pavimentazione in gres	15,0	0,170	0,088	1 700	1,00	150,0
B	Massetto pendenze	50,0	1,400	0,036	2 000	1,08	50,0
C	Calcestruzzo allegerito 1	100,0	0,150	0,667	1 600	1,00	5,0
D	Pannello polistirene EPS	150,0	0,035	4,286	35	1,45	50,0
E	ROTHOBLAAS GROUND BAND - Barriera al radon impermeabilizzante bituminosa	1,5	0,040	0,038	500	1,80	75 000,0
F	Soletta in calcestruzzo armato	70,0	0,450	0,156	2 342	1,11	100,0
G	Vespaio areato	250,0	0,139	1,799	1	1,00	1,0
H	Membrana impermeabilizzante bituminosa	5,0	0,170	0,029	1 200	1,00	2 000,0
I	Platea di fondazione	300,0	1,900	0,158	2 400	1,00	50,0
J	Soletta in calcestruzzo magro	100,0	1,330	0,075	2 000	1,11	50,0
	TOTALE	1 041,5		7,501			

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	1 382 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa **OK****Condizioni al contorno**

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C

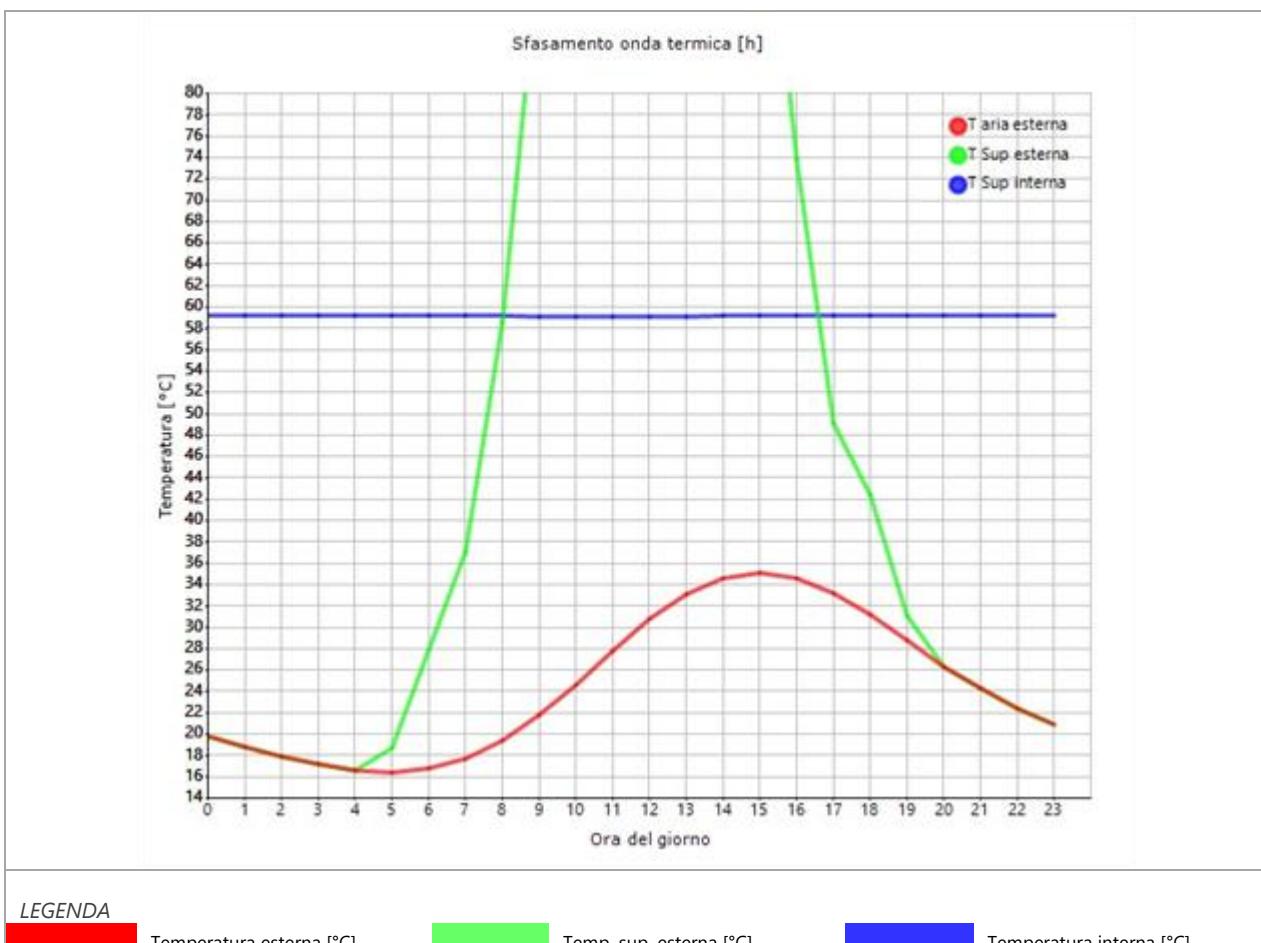
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	31h 37'
Fattore di attenuazione	0,0004
Capacità termica interna C1	47,7 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	200,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,2 W/m ² K
Ammettenza interna	3,5 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,8 W/m ² K
Ammettenza esterna	14,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,180 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

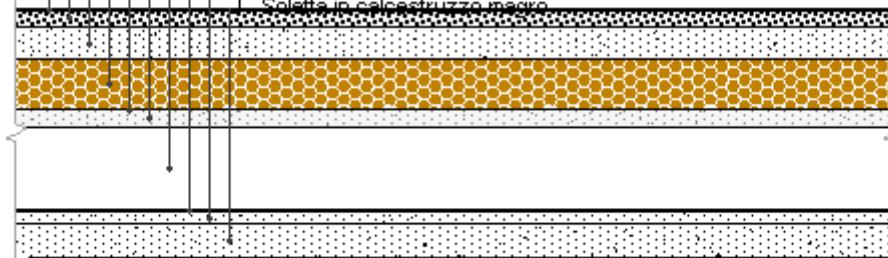
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	59,17
1:00	18,84	0,00	18,84	59,16
2:00	17,91	0,00	17,91	59,16
3:00	17,16	0,00	17,16	59,16
4:00	16,60	0,00	16,60	59,15
5:00	16,41	10,20	18,71	59,15
6:00	16,79	49,20	27,89	59,15
7:00	17,72	85,80	37,08	59,15
8:00	19,41	173,80	58,61	59,15
9:00	21,84	316,80	93,30	59,15
10:00	24,64	434,00	122,54	59,15
11:00	27,82	509,60	142,77	59,15
12:00	30,81	535,60	151,62	59,15
13:00	33,06	509,60	148,00	59,15
14:00	34,55	434,00	132,45	59,15
15:00	35,11	316,80	106,57	59,16
16:00	34,55	173,80	73,76	59,17
17:00	33,24	70,40	49,12	59,18
18:00	31,19	49,60	42,37	59,20
19:00	28,76	10,20	31,06	59,20
20:00	26,32	0,00	26,32	59,21
21:00	24,27	0,00	24,27	59,21
22:00	22,40	0,00	22,40	59,20
23:00	20,90	0,00	20,90	59,19

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



P1- Refettorio

- A - linoleum $\lambda = 0,18$ - Linoleum $\lambda = 0,18$
 B - Massetto pendenze
 C - Calcestruzzo allegerito
 D - Pannello polistirene EPS
 E - ROTHOBLAAS GROUND BAND - Barriera al radon impermeabilizzante bituminosa
 F - Soletta in calcestruzzo armato
 G - Vespaio areato
 H - Guaina impermeabilizzante
 I - Platea di fondazione
 J - Soletta in calcestruzzo magro



Spessore	749,5 mm	Trasmittanza	0,138 W/m ² K
Resistenza	7,240 m ² K/W	Massa superf.	689 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	linoleum $\lambda = 0,18$ - Linoleum $\lambda = 0,18$	3,0	0,180	0,017	1 150	1,40	5 000,0
B	Massetto pendenze	50,0	1,400	0,036	2 000	1,08	50,0
C	Calcestruzzo allegerito	100,0	0,150	0,667	1 600	1,00	5,0
D	Pannello polistirene EPS	150,0	0,035	4,286	35	1,45	50,0
E	ROTHOBLAAS GROUND BAND - Barriera al radon impermeabilizzante bituminosa	1,5	0,040	0,038	500	1,80	75 000,0
F	Soletta in calcestruzzo armato	50,0	0,450	0,111	2 342	1,11	100,0
G	Vespaio areato	250,0	0,139	1,799	1	1,00	1,0
H	Guaina impermeabilizzante	5,0	0,230	0,022	1 200	1,00	1 000,0
I	Platea di fondazione	40,0	1,900	0,021	2 400	1,00	50,0
J	Soletta in calcestruzzo magro	100,0	1,330	0,075	2 000	1,11	50,0
	TOTALE	749,5		7,240			

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	689 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²

Esito della verifica di massa OK

Condizioni al contorno

Comune	Ornago
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,6 °C

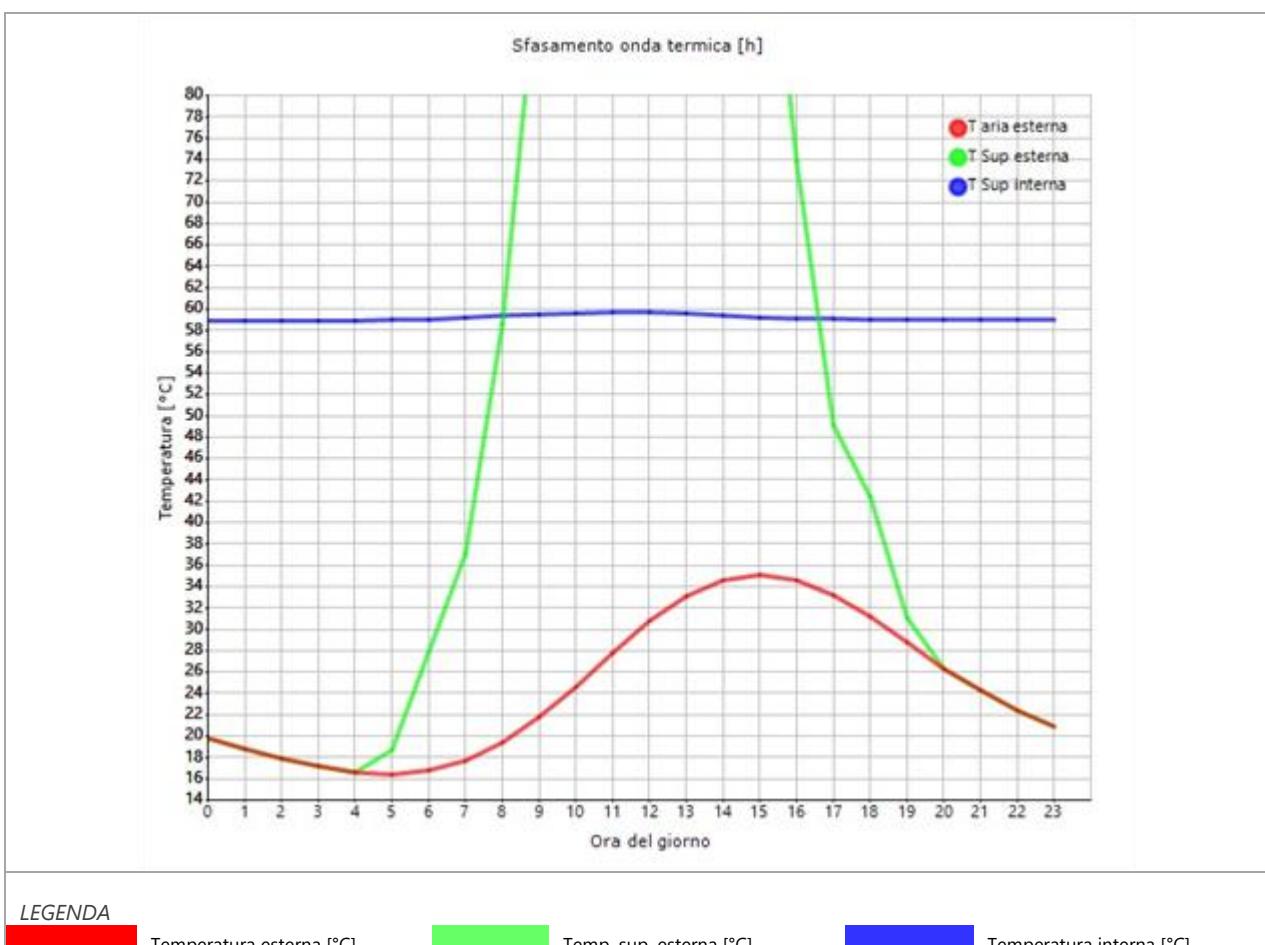
Temperatura massima estiva	35,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,7 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	277,78 W/m ²

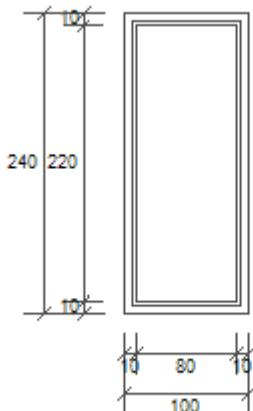
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	23h 09'
Fattore di attenuazione	0,0054
Capacità termica interna C1	57,0 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	228,1 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,4 W/m ² K
Ammettenza interna	4,1 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,6 W/m ² K
Ammettenza esterna	16,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,001 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,180 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	19,78	0,00	19,78	58,95
1:00	18,84	0,00	18,84	58,94
2:00	17,91	0,00	17,91	58,94
3:00	17,16	0,00	17,16	58,94
4:00	16,60	0,00	16,60	58,95
5:00	16,41	10,20	18,71	59,00
6:00	16,79	49,20	27,89	59,05
7:00	17,72	85,80	37,08	59,16
8:00	19,41	173,80	58,61	59,35
9:00	21,84	316,80	93,30	59,51
10:00	24,64	434,00	122,54	59,62
11:00	27,82	509,60	142,77	59,67
12:00	30,81	535,60	151,62	59,65
13:00	33,06	509,60	148,00	59,57
14:00	34,55	434,00	132,45	59,43
15:00	35,11	316,80	106,57	59,25
16:00	34,55	173,80	73,76	59,11
17:00	33,24	70,40	49,12	59,08
18:00	31,19	49,60	42,37	59,01
19:00	28,76	10,20	31,06	58,99
20:00	26,32	0,00	26,32	58,98
21:00	24,27	0,00	24,27	58,97
22:00	22,40	0,00	22,40	58,96
23:00	20,90	0,00	20,90	58,95

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



Finestra 100x240

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	1,760 m ²
Area del telaio	Af	0,640 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,400 m ²
Perimetro del vetro	p	6,000 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,127 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

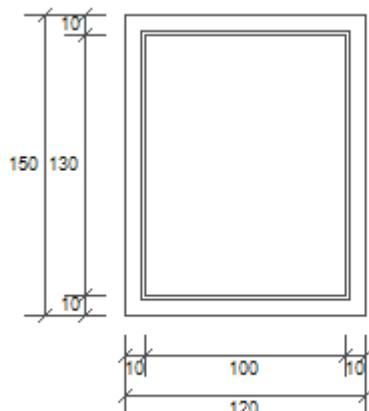
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	4,8	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	2,0	0,108

Finestra 120x150

Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	150 cm
Area del vetro	Ag	1,300 m ²
Area del telaio	Af	0,500 m ²
Area totale del serramento	Aw	1,800 m ²
Perimetro del vetro	p	4,600 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

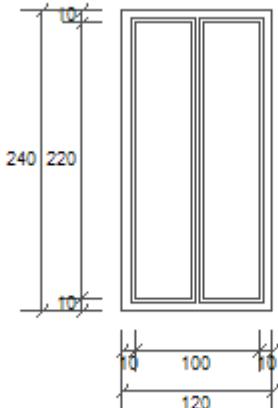
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	3,0	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	1,2	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	1,2	0,108

Finestra 120x240

Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	1,980 m ²
Area del telaio	Af	0,900 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,880 m ²
Perimetro del vetro	p	10,600 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

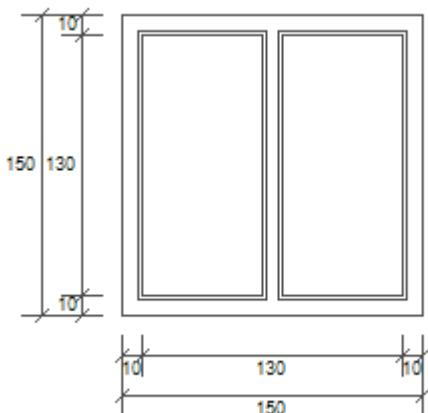
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	4,8	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	2,4	0,108

Finestra 150x150

Larghezza	L	150 cm
Altezza	H	150 cm
Area del vetro	Ag	1,560 m ²
Area del telaio	Af	0,690 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,250 m ²
Perimetro del vetro	p	7,600 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

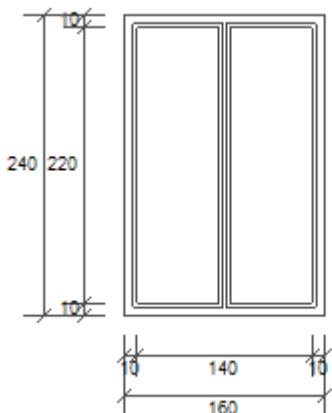
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	3,0	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	1,5	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	1,5	0,108

Finestra 160x240

Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	2,860 m ²
Area del telaio	Af	0,980 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,840 m ²
Perimetro del vetro	p	11,400 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

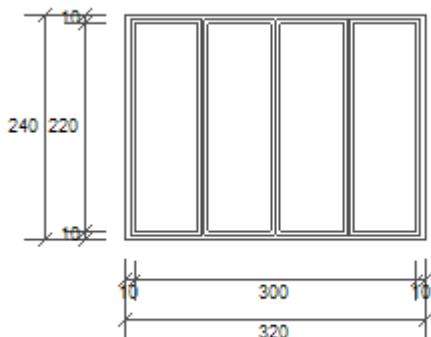
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	4,8	0,108
Parete - serramento (Ponte termico)	3,2	0,108

Finestra 320x240

Larghezza	L	320 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	5,940 m ²
Area del telaio	Af	1,740 m ²
Area totale del serramento	Aw	7,680 m ²
Perimetro del vetro	p	23,000 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

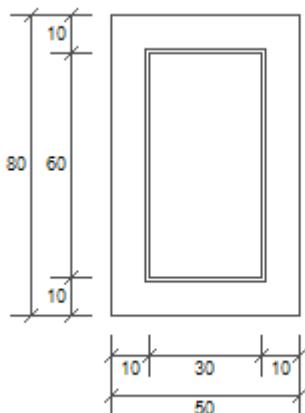
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	4,8	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	6,4	0,108

Finestra 50x80

Larghezza	L	50 cm
Altezza	H	80 cm
Area del vetro	Ag	0,180 m ²
Area del telaio	Af	0,220 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,400 m ²
Perimetro del vetro	p	1,800 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

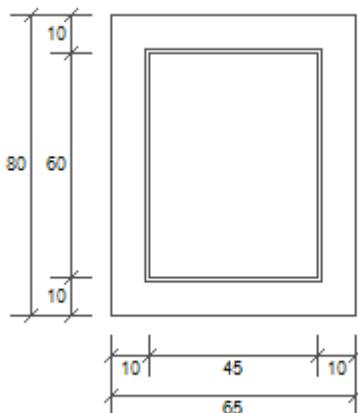
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	1,6	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	0,5	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	0,5	0,108

Finestra 65x80

Larghezza	L	65 cm
Altezza	H	80 cm
Area del vetro	Ag	0,270 m ²
Area del telaio	Af	0,250 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,520 m ²
Perimetro del vetro	p	2,100 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

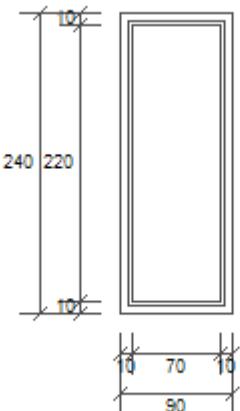
Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	1,6	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	0,7	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	0,7	0,108

Finestra 90x240

Larghezza	L	90 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	1,540 m ²
Area del telaio	Af	0,620 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,160 m ²
Perimetro del vetro	p	5,800 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,173 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,963 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con due camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,300 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,21
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,10
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4)	Non dichiarato
La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.	

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	4,8	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	0,9	0,108
Parete - serramento 1 (Ponte termico)	0,9	0,108

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

Calcolo della trasmittanza lineica del ponte termico e
verifica del rischio di formazione di muffa

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
RELAZIONE a cura di	Ing. GIANFRANCO AUTORINO
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

INDICE

- 1.** PREMESSA METODOLOGICA
- 2.** NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
- 3.** VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

- 4.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo rientrante
- 4.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 4.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 4.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 5.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente
- 5.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 5.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 5.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 6.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - copertura
- 6.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 6.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 6.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 7.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento
- 7.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 7.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 7.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 7.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 7.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 8.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento
- 8.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 8.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 8.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 8.5** RISULTATI DI CALCOLO

8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento 1

9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

9.4 CURVE DI TEMPERATURA

9.5 RISULTATI DI CALCOLO

9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

10.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna con parete esterna diversa

10.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

10.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

10.4 CURVE DI TEMPERATURA

10.5 RISULTATI DI CALCOLO

10.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
 - Modifica della temperatura superficiale
- rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

Per ciascun ponte termico è analizzata la distribuzione del flusso termico, il coefficiente di accoppiamento termico e la mappa delle temperature interne al nodo. La valutazione del rischio di formazione di muffa e quindi di condensa superficiale si ottiene valutando la temperatura superficiale raggiunta sulla faccia interna.

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

UNI EN ISO 10211 – Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures General calculation methods.

UNI EN ISO 13788 - Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods

UNI EN ISO 6946 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211.

La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

- le condizioni termiche si intendono stazionarie
- tutte le proprietà fisiche sono indipendenti dalla temperatura
- non ci sono sorgenti di calore all'interno delle strutture edilizie

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

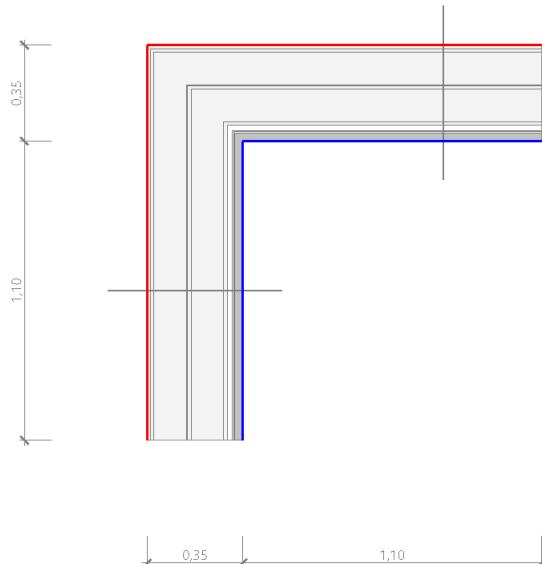
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per 2n suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.

- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo rientrante

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
2	Lastra DIAMANT	0,240
3	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
4	Barriera al vapore	0,400
5	Lastra DIAMANT	0,240
6	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
7	Knauf Aquapanel	0,290
8	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
9	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
10	Rasante termoriflettente	1,000
11	Marmo	3,000

4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
1	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04

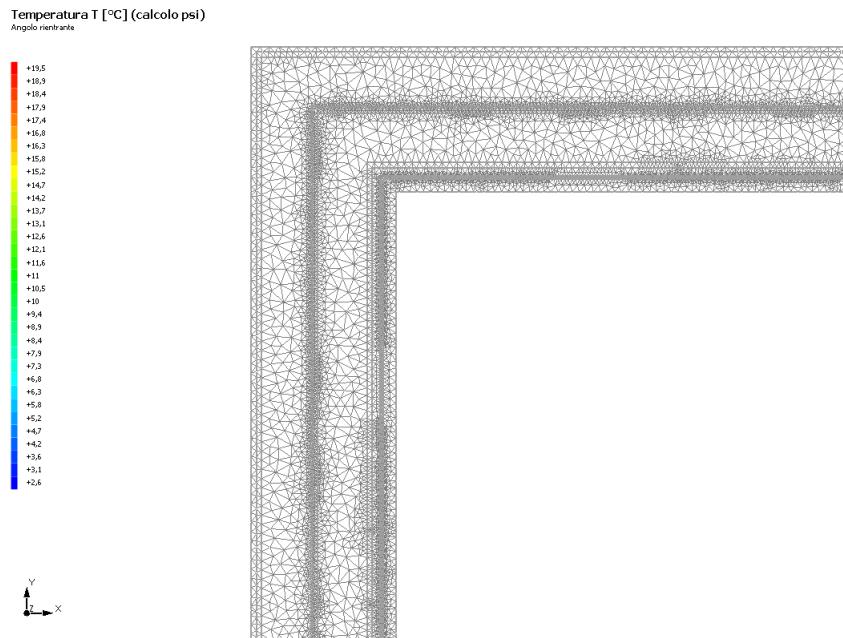
4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

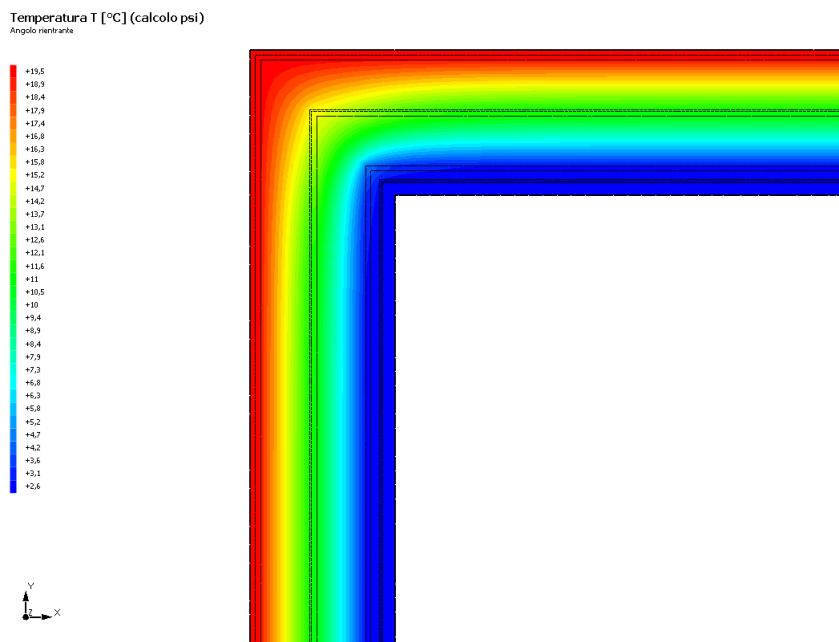
7 779

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



4.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



4.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	5,84	W/m
Ψ interno	-0,0573	W/mK
Ψ esterno	0,0375	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,33	W/mK
Temperatura minima	19,4	°C

4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

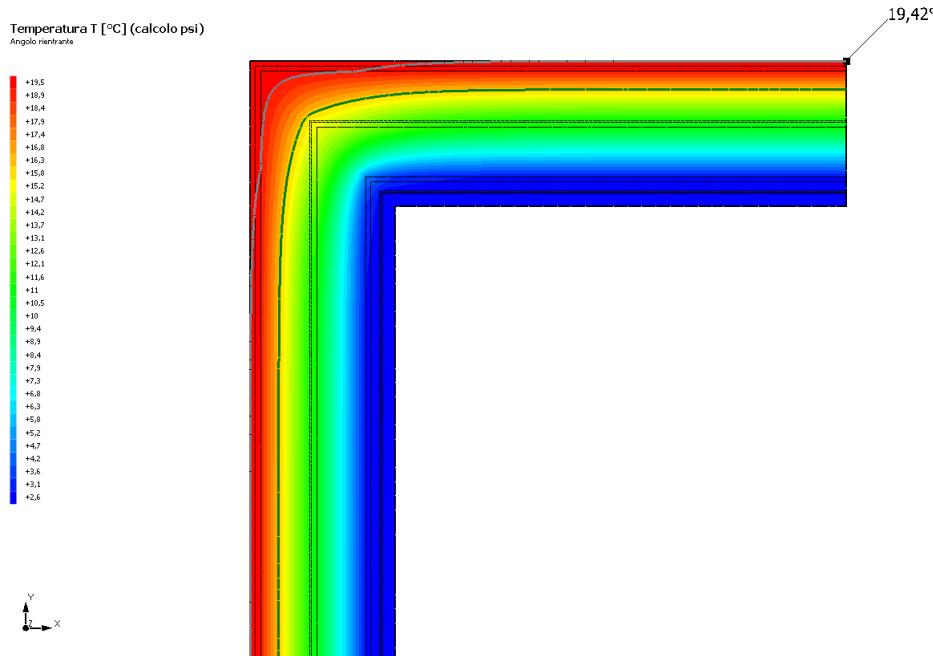
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione								
	Edifici con indice di affollamento non noto								
Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi

ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,967

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

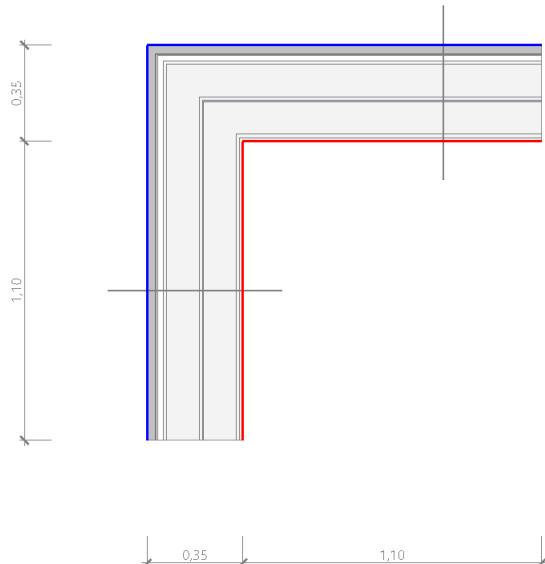
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Marmo	3,000
2	Rasante termoriflettente	1,000
3	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
4	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
5	Knauf Aquapanel	0,290
6	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
7	Lastra DIAMANT	0,240
8	Barriera al vapore	0,400
9	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
10	Lastra DIAMANT	0,240
11	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200

5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

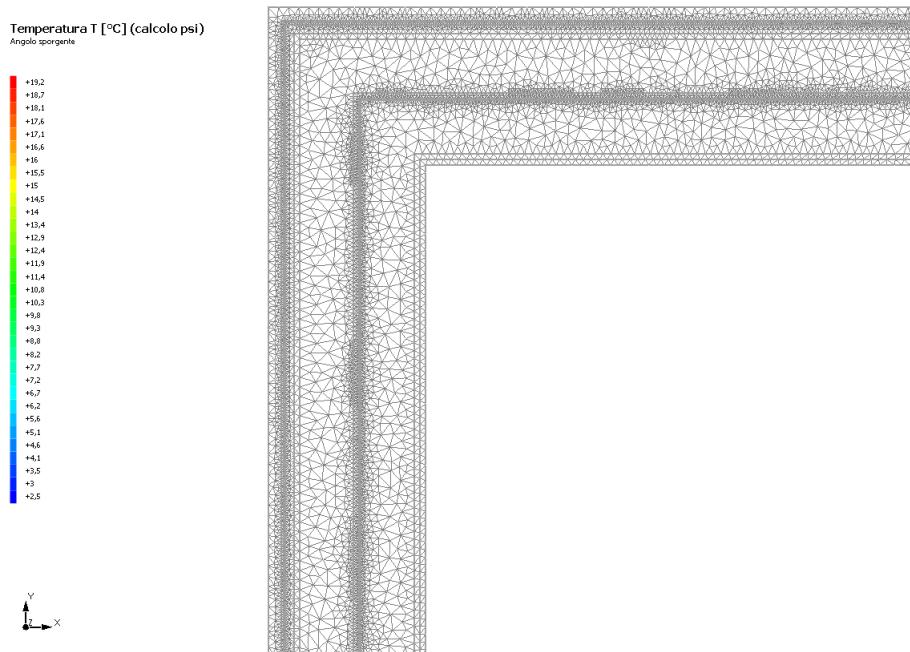
5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

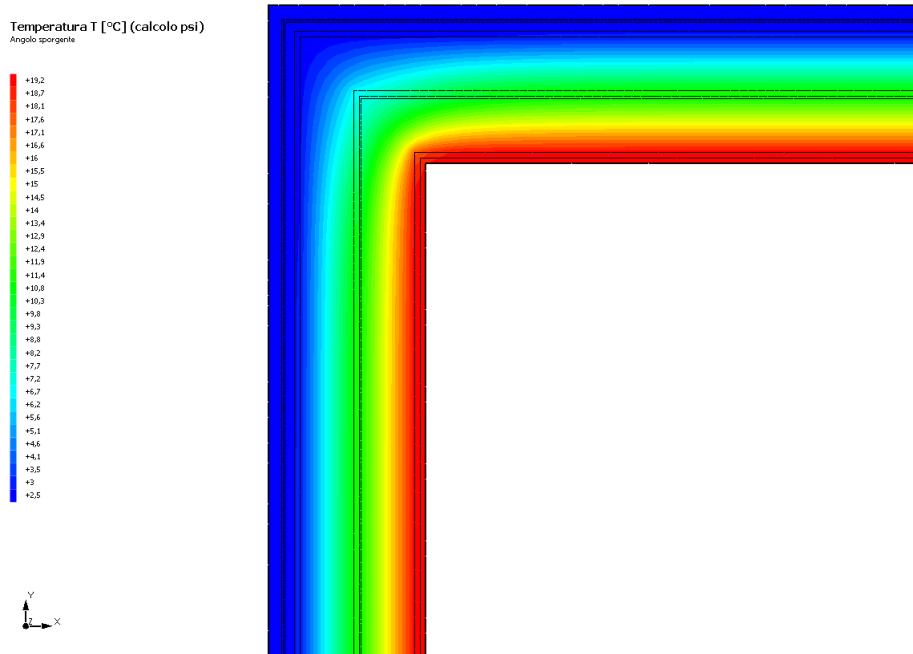
7 380

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



5.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



5.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	5,64	W/m
Ψ interno	0,0260	W/mK
Ψ esterno	-0,0688	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,32	W/mK
Temperatura minima	18,5	°C

5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

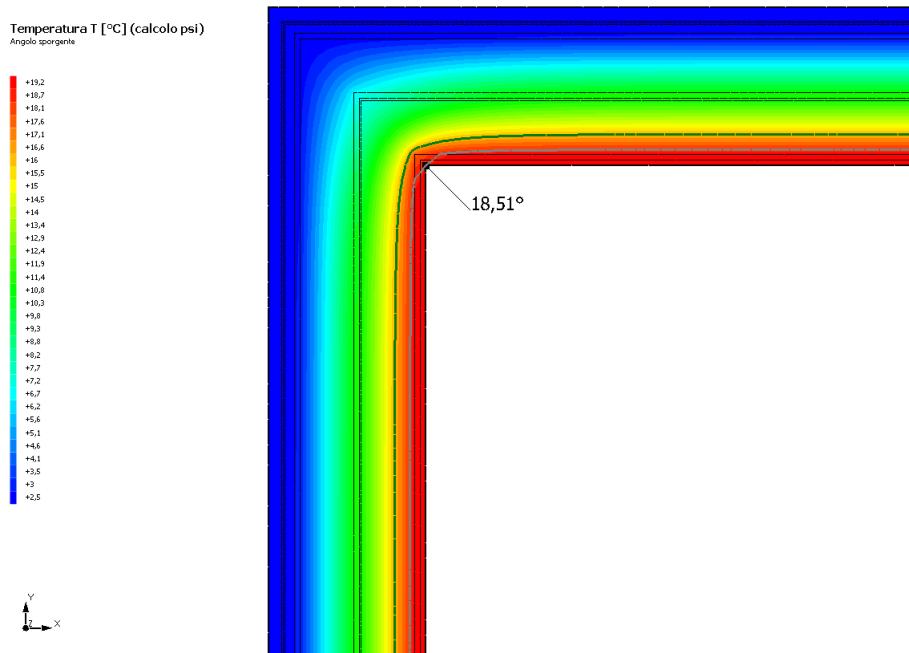
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione	
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto	

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,915

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

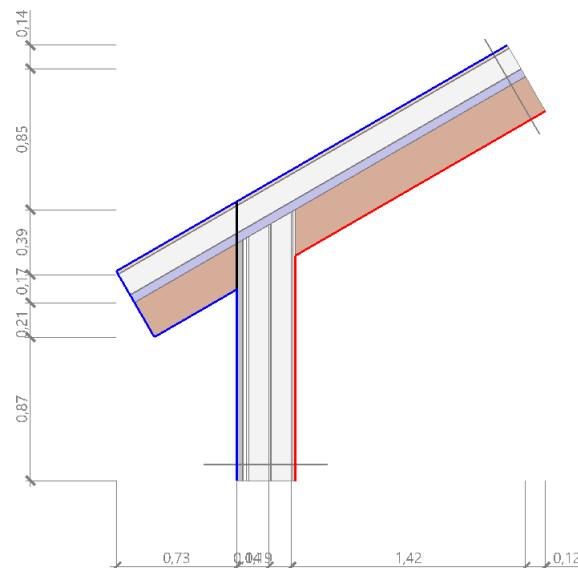
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - copertura

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Marmo	3,000
2	Rasante termoriflettente	1,000
3	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
4	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
5	Knauf Aquapanel	0,290
6	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
7	Lastra DIAMANT	0,240
8	Barriera al vapore	0,400
9	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
10	Lastra DIAMANT	0,240
11	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
12	Solaio laterocemento	0,800
13	Solaio laterocemento	0,800
14	malta cementizia bicomponente elastica	1,000
15	Barriera al vapore	0,400
16	Pannello termoisolante Swisspor PIR B-V	0,024
17	Massetto pendenze	1,400
18	Membrana impermeabile Aquastop Green	0,030

19	Pavimentazione interna-gres + colla	1,470
----	-------------------------------------	-------

6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,5	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,5	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
6	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

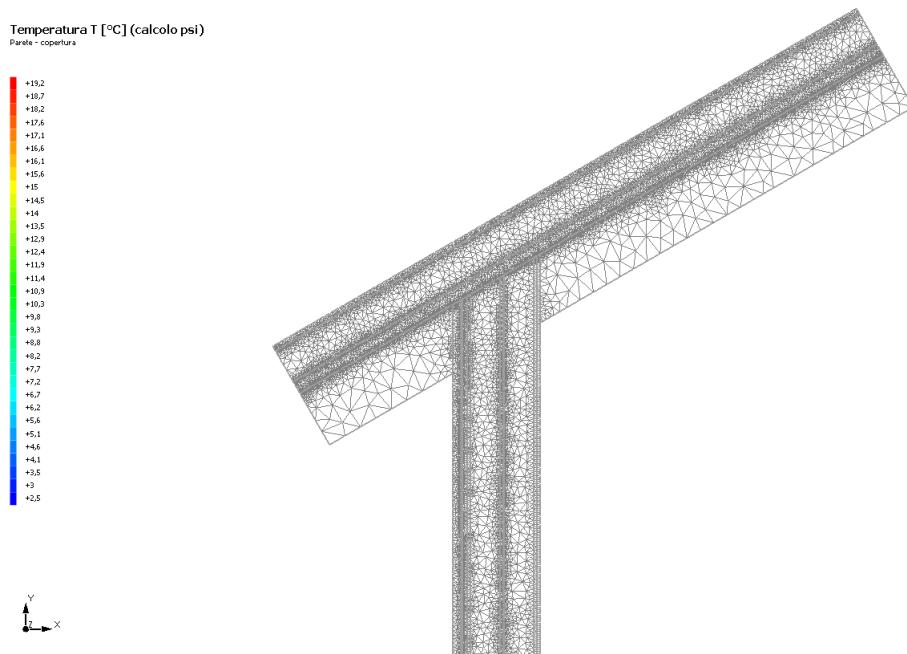
6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

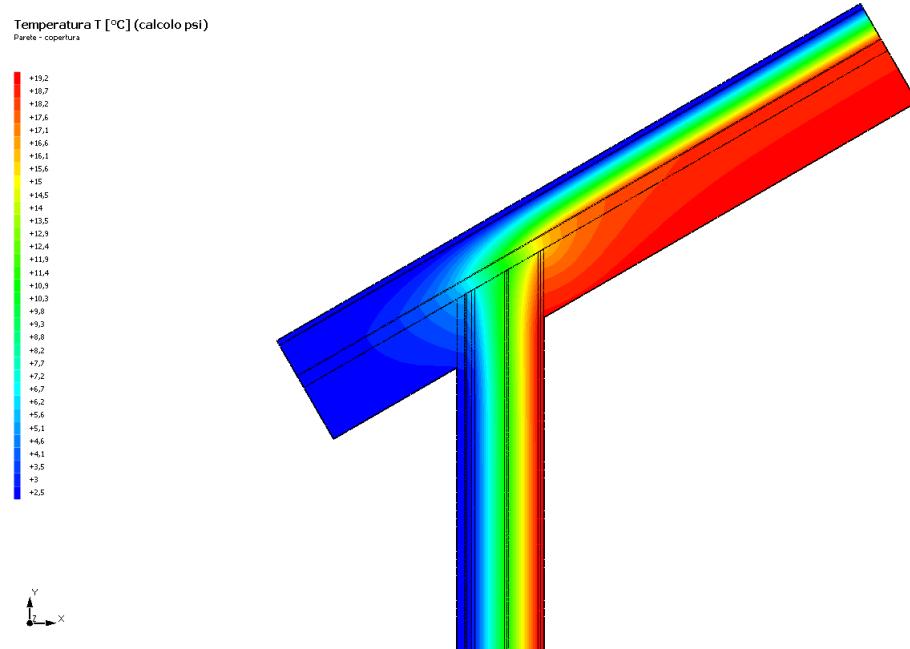
15 489

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



6.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



6.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	10,06	W/m
Ψ interno	0,1217	W/mK
Ψ esterno	0,0558	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,57	W/mK
Temperatura minima	18,5	°C

6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

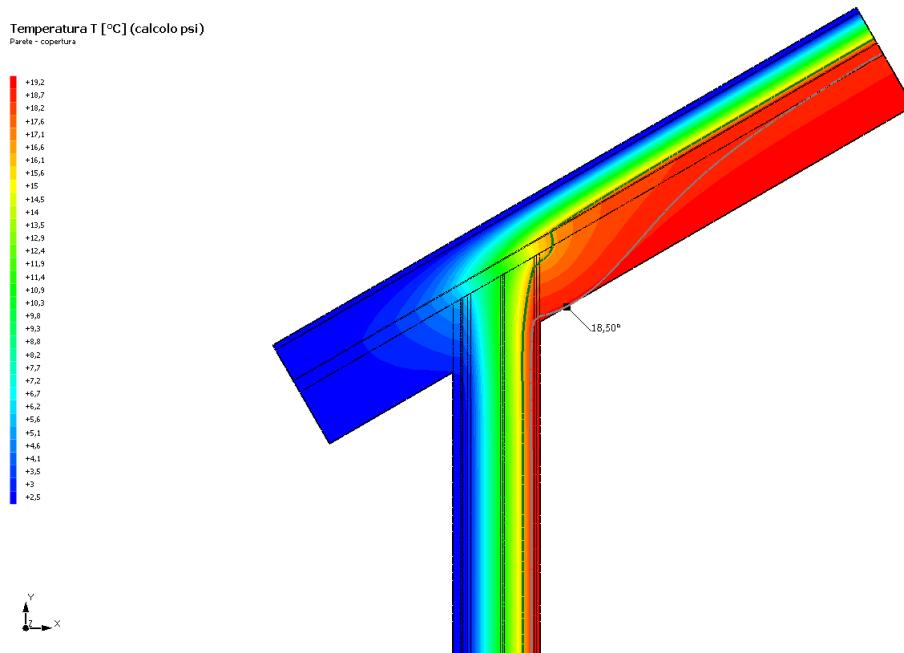
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione								
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto								

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,914

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

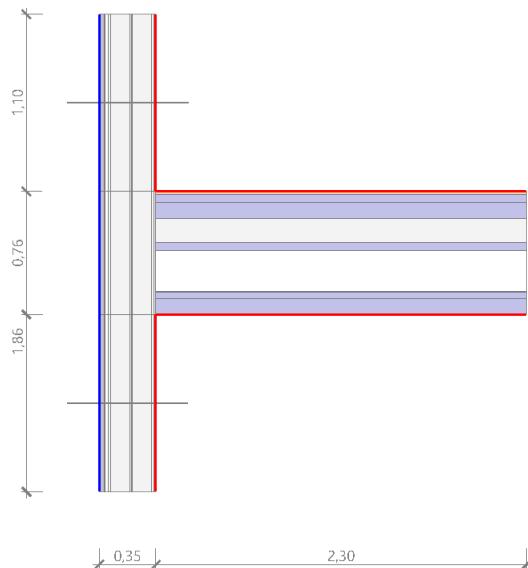
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Marmo	3,000
2	Rasante termoriflettente	1,000
3	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
4	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
5	Knauf Aquapanel	0,290
6	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
7	Lastra DIAMANT	0,240
8	Barriera al vapore	0,400
9	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
10	Lastra DIAMANT	0,240
11	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
12	Marmo	3,000
13	Rasante termoriflettente	1,000
14	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
15	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
16	Knauf Aquapanel	0,290

17	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
18	Lastra DIAMANT	0,240
19	Barriera al vapore	0,400
20	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
21	Lastra DIAMANT	0,240
22	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
23	Marmo	3,000
24	Rasante termoriflettente	1,000
25	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
26	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
27	Knauf Aquapanel	0,290
28	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
29	Lastra DIAMANT	0,240
30	Barriera al vapore	0,400
31	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
32	Lastra DIAMANT	0,240
33	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
34	Pavimentazione interna-gres	1,470
35	Massetto pendenze	1,400
36	Calcestruzzo allegerito	0,150
37	Pannello polistirene EPS	0,035
38	ROTHOBLAAS GROUND BAND - Barriera al radon impermeabilizzante bituminosa	0,040
39	Soletta in calcestruzzo armato	0,450
40	Vespaio areato	0,139
41	Guaina impermeabilizzante	0,230
42	Platea di fondazione	1,900
43	Soletta in calcestruzzo magro	1,330

7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m^2K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17

4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

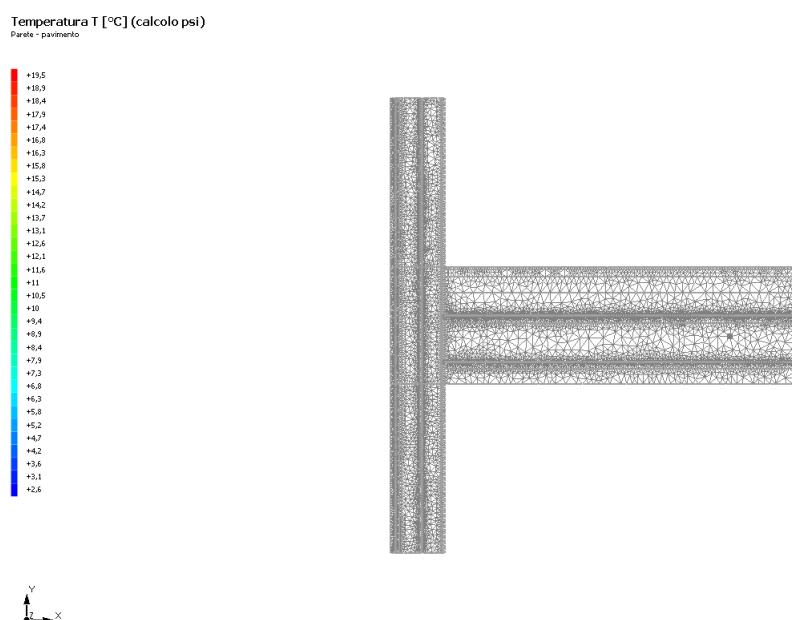
7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

21 349

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



7.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



7.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	6,82	W/m
Ψ interno	0,0933	W/mK
Ψ esterno	-0,0093	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,39	W/mK
Temperatura minima	19,3	°C

7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

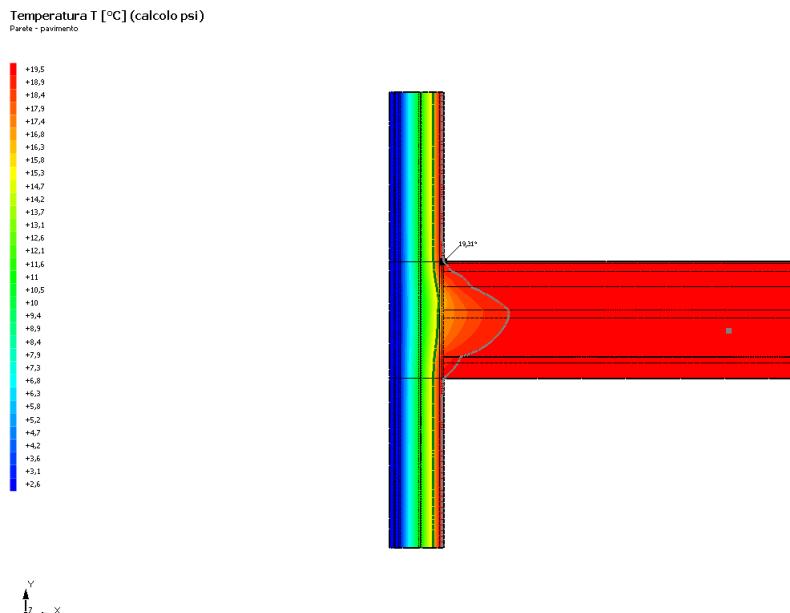
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione								
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto								

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,961

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

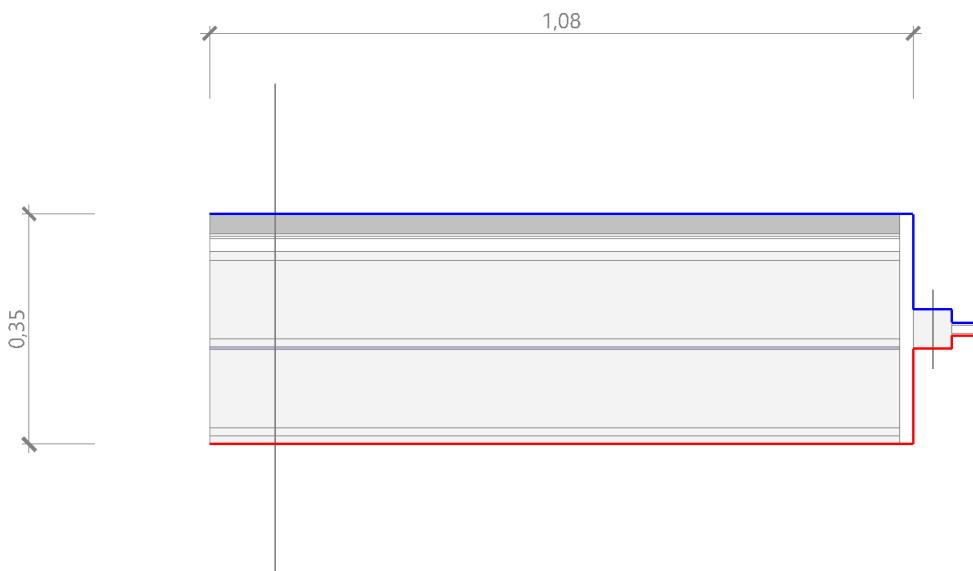
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Marmo	3,000
2	Rasante termoriflettente	1,000
3	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
4	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
5	Knauf Aquapanel	0,290
6	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
7	Lastra DIAMANT	0,240
8	Barriera al vapore	0,400
9	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
10	Lastra DIAMANT	0,240
11	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
12	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
13	NaturBoard SILENCE - sp120mm	0,034
14	Vetro	1,000
15	Aria	0,025
16	Vetro	1,000

8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
5	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
7	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

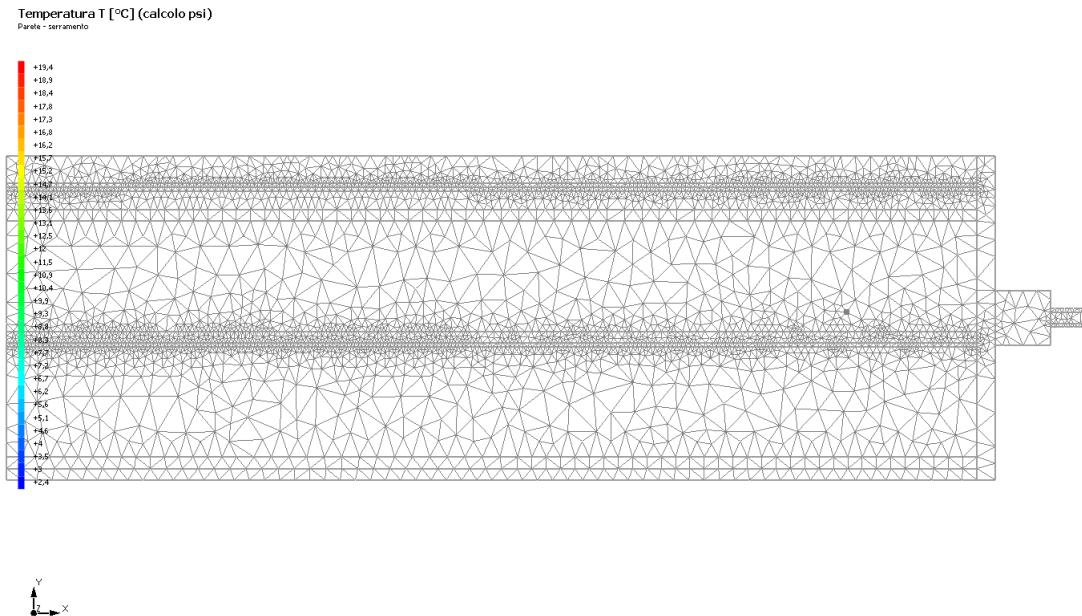
8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

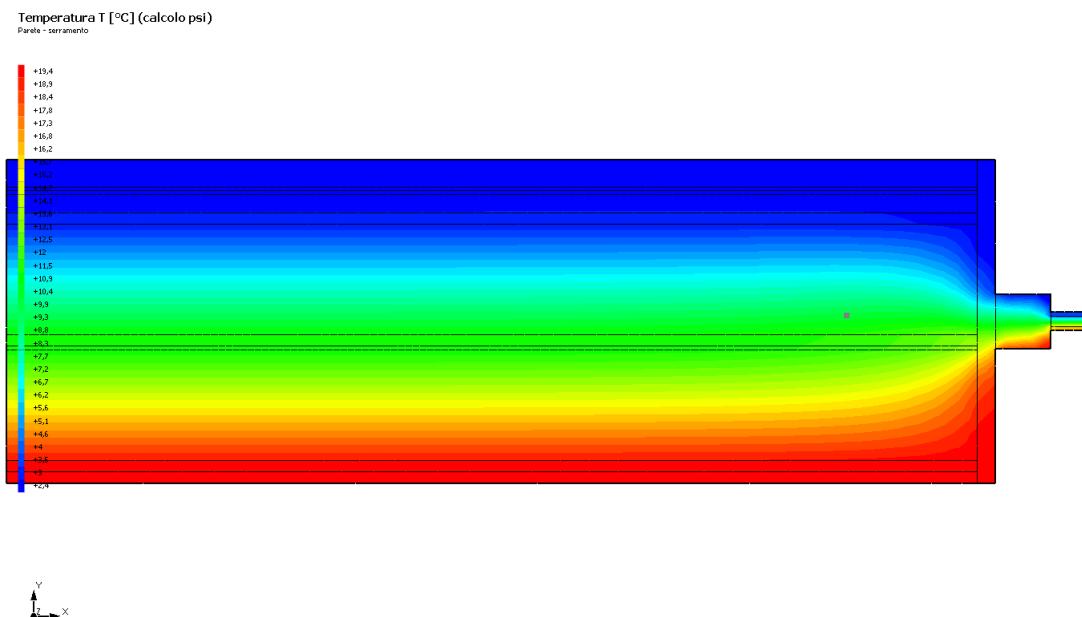
3 983

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



8.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



8.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ

4,96 W/m

Ψ interno	0,1077	W/mK
Ψ esterno	0,1077	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,28	W/mK
Temperatura minima	16,4	°C

8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

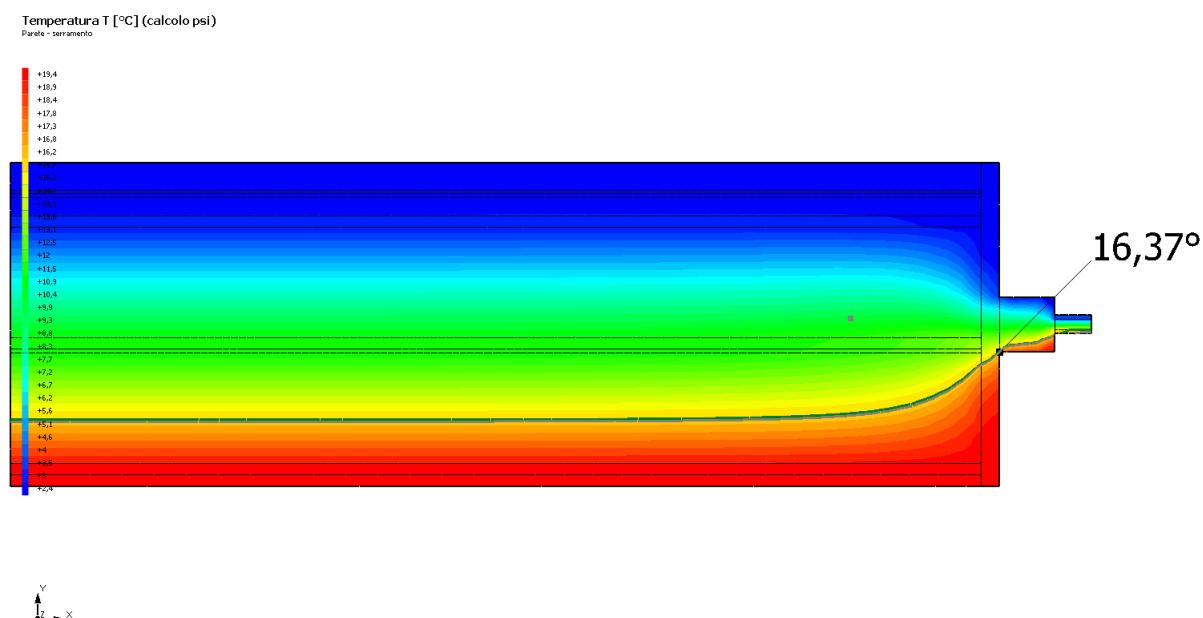
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione								
	Edifici con indice di affollamento non noto								
Classe di edificio									
	Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Ps [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]
ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

qe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,793

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

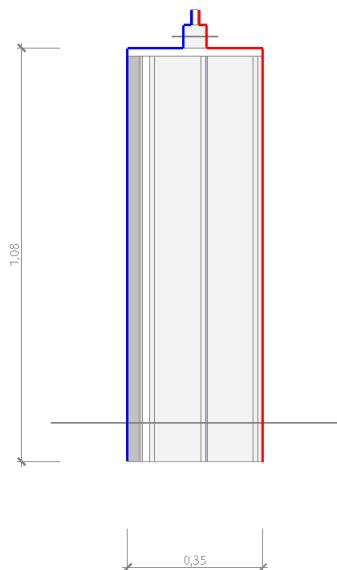
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento 1

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Marmo	3,000
2	Rasante termoriflettente	1,000
3	rete portaintonaco in fibra di vetro $\lambda = 0,2$ - Glasfaserarmierung $\lambda = 0,2$	0,200
4	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
5	Knauf Aquapanel	0,290
6	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
7	Lastra DIAMANT	0,240
8	Barriera al vapore	0,400
9	NaturBoard Silence - sp120mm	0,035
10	Lastra DIAMANT	0,240
11	Lastra GKB (A) spessore 12,5 mm	0,200
12	Benesserebio - Biointonaco termo-deumidificante a celle di calore, certificato R e T / CSII. Antimuffa e anticondensa a norma EN ISO 13788. Ad alta efficienza energetica. Protettivo antincendio in conformità al D.M. 16/02/2007 (all. D.4.1 e D.4.2).	0,140
13	NaturBoard SILENCE - sp120mm	0,034
14	Vetro	1,000
15	Aria	0,025
16	Vetro	1,000

9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,5	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
7	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

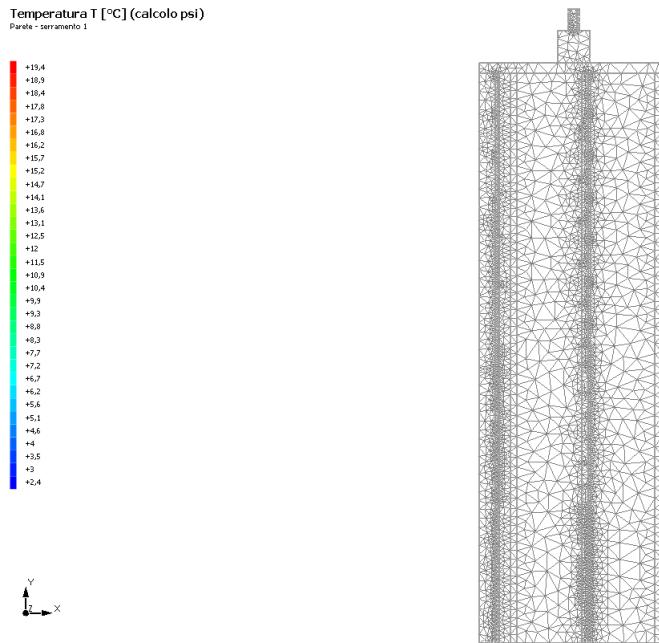
9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

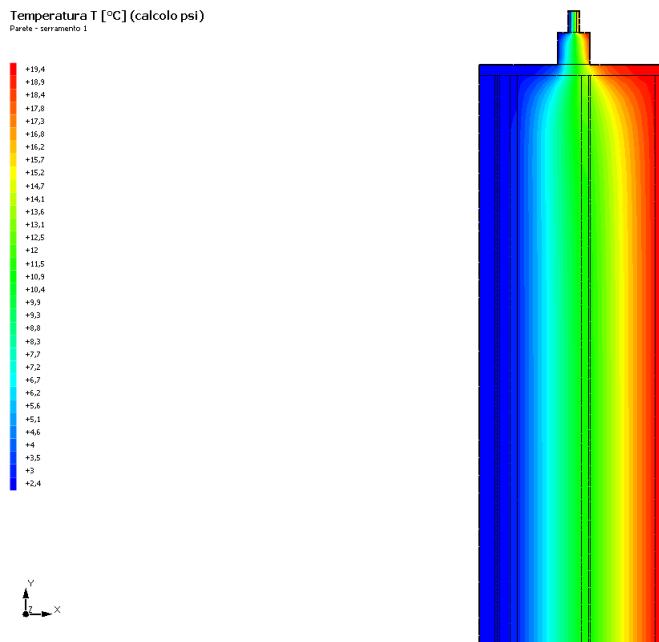
3 632

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



9.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



9.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ

4,96 W/m

Ψ interno	0,1075	W/mK
Ψ esterno	0,1075	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,28	W/mK
Temperatura minima	16,4	°C

9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

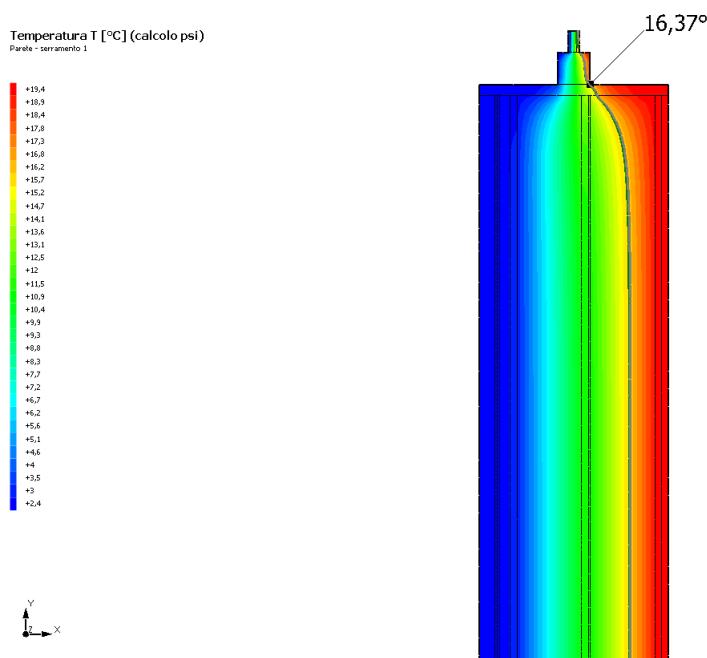
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione								
	Edifici con indice di affollamento non noto								
Classe di edificio									
	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Ps [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

qe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,793

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

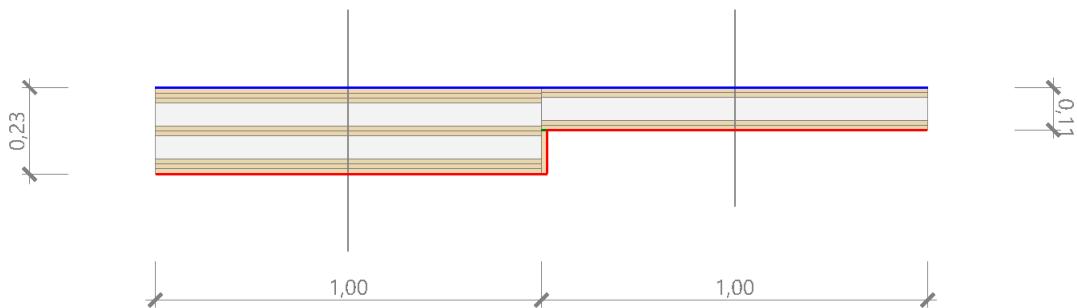
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

10.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna con parete esterna diversa

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Piastrelle in ceramica e colla	1,300
2	Lastra in cartongesso	0,720
3	Lastra in cartongesso	0,720
4	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	0,039
5	Lastra in cartongesso	0,720
6	Lastra in cartongesso	0,720
7	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	0,039
8	Lastra in cartongesso	0,720
9	Lastra in cartongesso	0,720
10	Piastrelle in ceramica e colla	1,300
11	Lastra in cartongesso	0,720
12	Lastra in cartongesso	0,720
13	Fassa Bortolo Lastra in lana di roccia	0,039
14	Lastra in cartongesso	0,720
15	Lastra in cartongesso	0,720
16	Piastrelle in ceramica e colla	1,300

10.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Ornago - (MB).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [$\text{m}^2\text{K/W}$]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,5	0,04
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

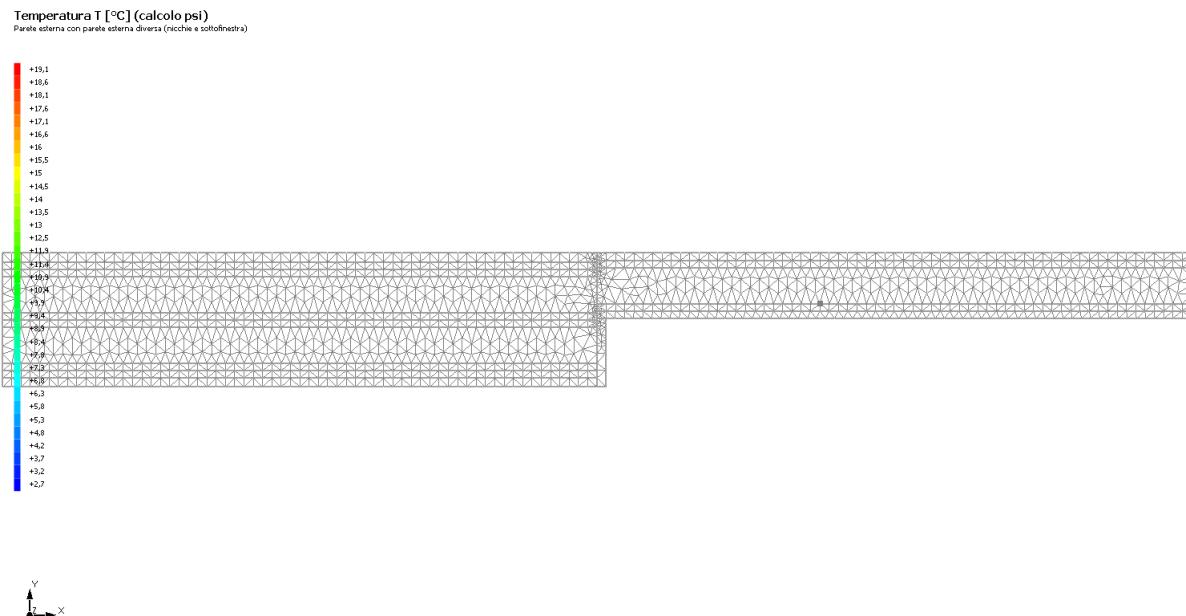
10.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

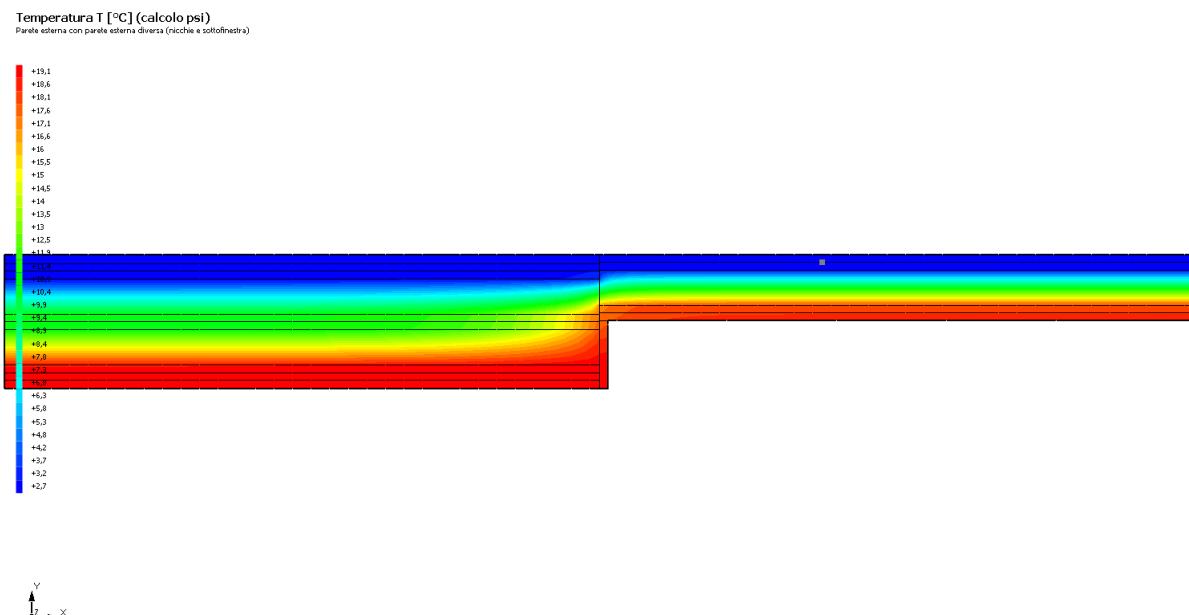
1 568

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



10.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



10.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	15,61	W/m
Ψ interno	0,0332	W/mK
Ψ esterno	0,0332	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,89	W/mK
Temperatura minima	17,0	°C

10.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

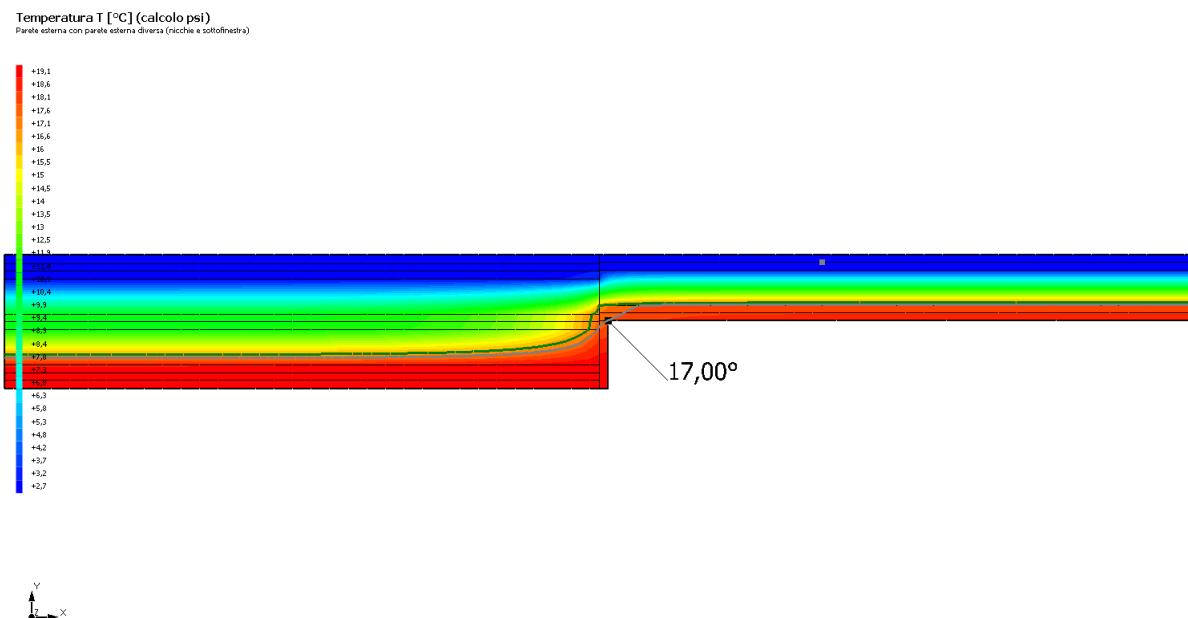
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{RSI} calcolato come segue

$$f_{RSI} = \frac{\theta_{Si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{Si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Ornago, MB

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo Classe di edificio	Classi di concentrazione								
	Edifici con indice di affollamento non noto								
Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,50	89,4	1 382,7	330,8	1 713,4	2 141,8	18,60	20,00	0,7844
novembre	9,00	90,8	1 041,9	490,5	1 532,4	1 915,5	16,83	20,00	0,7115
dicembre	2,50	87,3	638,1	721,3	1 359,3	1 699,2	14,95	20,00	0,7116
gennaio	2,60	91,4	672,8	717,7	1 390,5	1 738,2	15,31	20,00	0,7302
febbraio	4,50	73,5	618,8	650,3	1 269,0	1 586,3	13,89	20,00	0,6058
marzo	7,70	69,6	731,1	536,7	1 267,8	1 584,7	13,87	20,00	0,5020
aprile	12,80	66,3	979,6	355,6	1 335,2	1 669,0	14,67	20,00	0,2603

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,828

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,784

Mese critico

Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

frsi>frsi,max: assenza di muffa

Comune di Ornago- (MB)

RELAZIONE dei CARICHI TERMICI INVERNALI

Calcolo del carico termico invernale richiesto dall'edificio
secondo UNI 12831

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
COMMITTENTE	Comune di Ornago
PROGETTISTA	Ing.Gianfranco Autorino
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

1 CARICO TERMICO DI PROGETTO DELL'EDIFICIO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: CALCOLO DEL CARICO TERMICO INVERNALE

Calcolo del carico termico di progetto per impianti di riscaldamento negli edifici.

Di seguito si riportano i dettagli dei carichi termici per le unità immobiliari, le zone e i locali costituenti l'edificio. Il calcolo è eseguito secondo i principi della norma UNI EN 12831 e si riferisce al salto termico di progetto tra la temperatura interna e la temperatura esterna di progetto definita dalla UNI

Il calcolo è da supporto alla progettazione dell'impianto di riscaldamento. Secondo le indicazioni di norma, il valore del carico è valutato secondo tre componenti: trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa.

Carico termico invernale richiesto per le unità immobiliari dell'edificio

Unità immobiliare	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Unità immobiliare 01	699,0 m ²	31 179,7 W	44,609 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle unità immobiliari

Unità immobiliare	φtrasm	φvent	φripresa
Unità immobiliare 01	9 564,2 W	13 927,0 W	7 688,5 W

2 CARICO TERMICO PER SINGOLA UNITÀ IMMOBILIARE

Unità immobiliare 01

Carico termico invernale richiesto per singola zona riscaldata

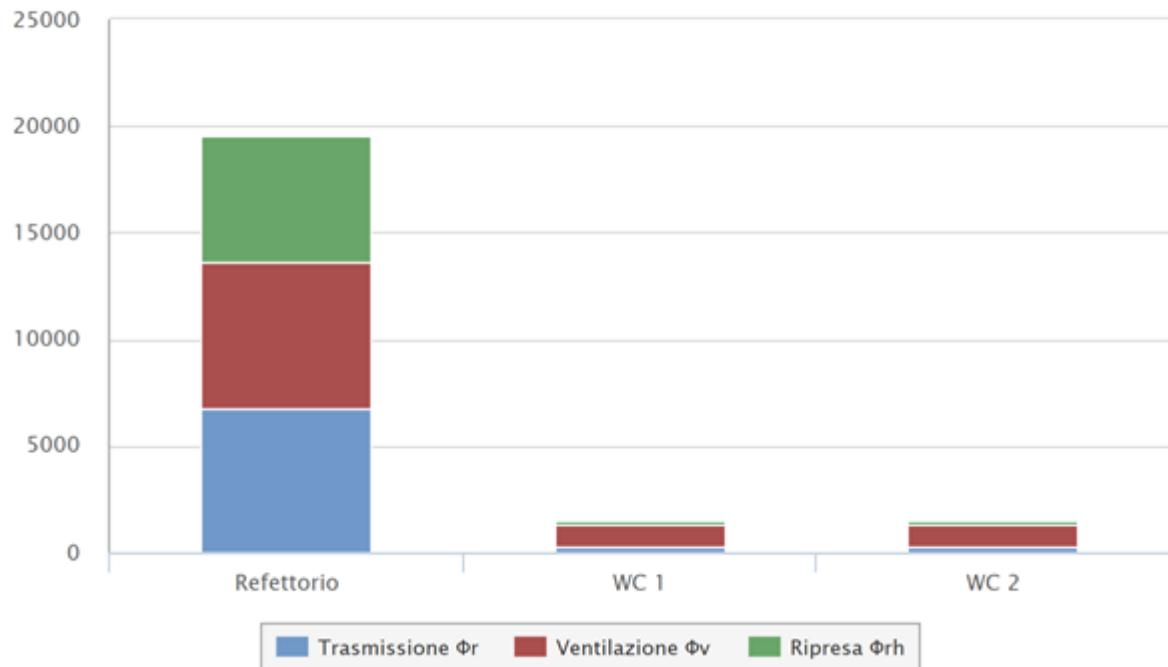
Zona rscaldata	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Refettorio	574,4 m ²	22 881,5 W	39,833 W/m ²
Cucina	124,5 m ²	8 298,2 W	66,641 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle zone riscaldate

Unità immobiliare	φtrasm	φvent	φripresa
Refettorio	7 687,8 W	8 874,8 W	6 318,8 W
Cucina	1 876,4 W	5 052,2 W	1 369,6 W

Di seguito il carico richiesto per gli ambienti costituenti le zone riscaldate dell'unità immobiliare
Refettorio

Dispersioni per trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa [W] – Refettorio



Carico termico invernale richiesto per singolo ambiente

Locale	Sup.utile	Carico totale	Carico specifico
Refettorio	540,2 m ²	19 874,9 W	36,795 W/m ²
WC 1	16,8 m ²	1 473,4 W	87,805 W/m ²
WC 2	17,5 m ²	1 533,2 W	87,563 W/m ²

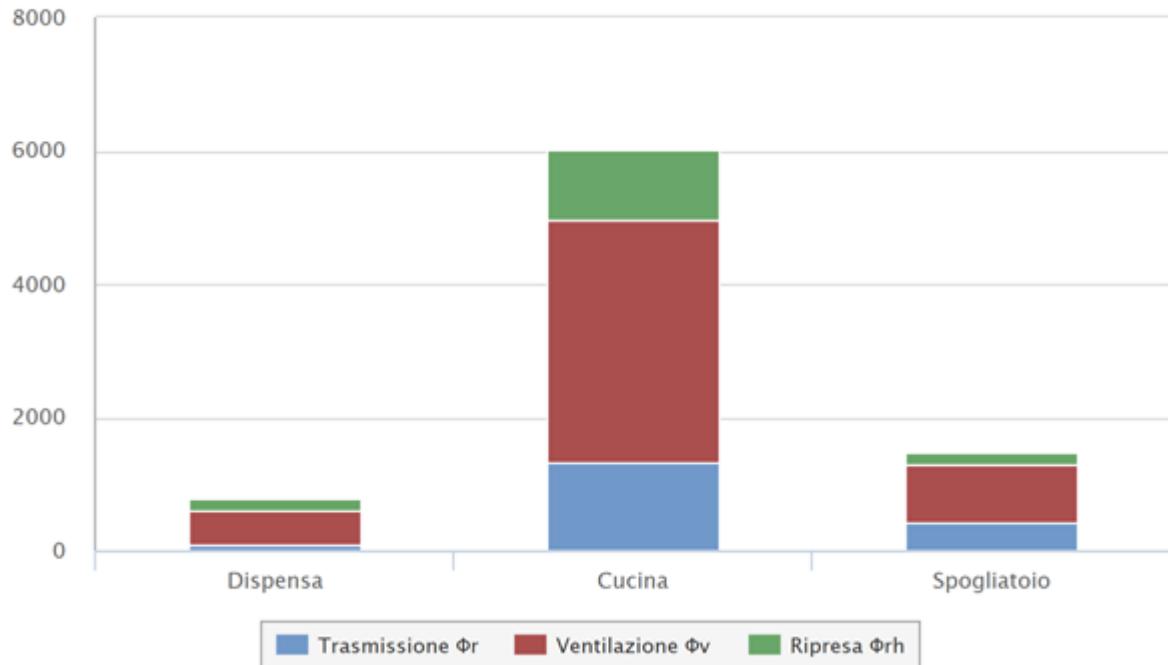
Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nei singoli ambienti

Locale	ϕ_{trasm}	ϕ_{vent}	$\phi_{ripresa}$
Refettorio	7 078,8 W	6 854,4 W	5 941,7 W
WC 1	300,2 W	988,5 W	184,6 W
WC 2	308,8 W	1 031,8 W	192,6 W

Di seguito il carico richiesto per gli ambienti costituenti le zone riscaldate dell'unità immobiliare

Cucina

Dispersioni per trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa [W] - Cucina



Carico termico invernale richiesto per singolo ambiente

Locale	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Dispensa	14,1 m ²	770,8 W	54,782 W/m ²
Cucina	95,5 m ²	6 058,5 W	63,447 W/m ²
Spogliatoio	15,0 m ²	1 468,9 W	98,253 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nei singoli ambienti

Locale	ϕ_{trasm}	ϕ_{vent}	$\phi_{ripresa}$
Dispensa	80,2 W	535,8 W	154,8 W
Cucina	1 372,7 W	3 635,4 W	1 050,4 W
Spogliatoio	423,4 W	881,0 W	164,5 W

Unità immobiliare 01 - Refettorio - Refettorio - Dqprogetto = 24,9 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ϕT
M1	Esterno	SW	1,05	18,34	0,135	2,471	1,00	64,554
Finestra 160x240	Esterno	SW	1,05	3,84	1,300	4,992	1,00	130,422
Parete - serramento	Esterno	SW	1,05	4,80	0,108	0,517	1,00	13,500
Parete - serramento	Esterno	SW	1,05	3,20	0,108	0,344	1,00	9,000
M1	Esterno	W	1,10	31,26	0,135	4,211	1,00	115,249
Finestra 100x240	Esterno	W	1,10	2,40	1,300	3,120	1,00	85,395
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	4,80	0,108	0,517	1,00	14,143
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	2,00	0,108	0,215	1,00	5,886
Finestra 100x240	Esterno	W	1,10	2,40	1,300	3,120	1,00	85,395
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	4,80	0,108	0,517	1,00	14,143
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	2,00	0,108	0,215	1,00	5,886
M1	Esterno	N	1,20	76,63	0,135	10,323	1,00	308,216
Finestra 320x240	Esterno	N	1,20	7,68	1,300	9,984	1,00	298,107
Parete - serramento	Esterno	N	1,20	4,80	0,108	0,517	1,00	15,429

Parete - serramento 1	Esterno	N	1,20	6,40	0,108	0,688	1,00	20,549
Finestra 320x240	Esterno	N	1,20	7,68	1,300	9,984	1,00	298,107
Parete - serramento	Esterno	N	1,20	4,80	0,108	0,517	1,00	15,429
Parete - serramento 1	Esterno	N	1,20	6,40	0,108	0,688	1,00	20,549
Finestra 320x240	Esterno	N	1,20	7,68	1,300	9,984	1,00	298,107
Parete - serramento	Esterno	N	1,20	4,80	0,108	0,517	1,00	15,429
Parete - serramento 1	Esterno	N	1,20	6,40	0,108	0,688	1,00	20,549
Finestra 320x240	Esterno	N	1,20	7,68	1,300	9,984	1,00	298,107
Parete - serramento	Esterno	N	1,20	4,80	0,108	0,517	1,00	15,429
Parete - serramento 1	Esterno	N	1,20	6,40	0,108	0,688	1,00	20,549
M1	Esterno	NE	1,20	24,81	0,135	3,342	1,00	99,782
Finestra 160x240	Esterno	NE	1,20	3,84	1,300	4,992	1,00	149,053
Parete - serramento	Esterno	NE	1,20	4,80	0,108	0,517	1,00	15,429
Parete - serramento	Esterno	NE	1,20	3,20	0,108	0,344	1,00	10,286
Finestra 160x240	Esterno	NE	1,20	3,84	1,300	4,992	1,00	149,053
Parete - serramento	Esterno	NE	1,20	4,80	0,108	0,517	1,00	15,429
Parete - serramento	Esterno	NE	1,20	3,20	0,108	0,344	1,00	10,286
M1	Esterno	E	1,15	67,97	0,135	9,155	1,00	261,971
Finestra 100x240	Esterno	E	1,15	2,40	1,300	3,120	1,00	89,277
Parete - serramento	Esterno	E	1,15	4,80	0,108	0,517	1,00	14,786
Parete - serramento 1	Esterno	E	1,15	2,00	0,108	0,215	1,00	6,154
Finestra 100x240	Esterno	E	1,15	2,40	1,300	3,120	1,00	89,277
Parete - serramento	Esterno	E	1,15	4,80	0,108	0,517	1,00	14,786
Parete - serramento 1	Esterno	E	1,15	2,00	0,108	0,215	1,00	6,154
Finestra 100x240	Esterno	E	1,15	2,40	1,300	3,120	1,00	89,277
Parete - serramento	Esterno	E	1,15	4,80	0,108	0,517	1,00	14,786
Parete - serramento 1	Esterno	E	1,15	2,00	0,108	0,215	1,00	6,154
Finestra 100x240	Esterno	E	1,15	2,40	1,300	3,120	1,00	89,277
Parete - serramento	Esterno	E	1,15	4,80	0,108	0,517	1,00	14,786
Parete - serramento 1	Esterno	E	1,15	2,00	0,108	0,215	1,00	6,154
Finestra 100x240	Esterno	E	1,15	2,40	1,300	3,120	1,00	89,277
Parete - serramento	Esterno	E	1,15	4,80	0,108	0,517	1,00	14,786
Parete - serramento 1	Esterno	E	1,15	2,00	0,108	0,215	1,00	6,154
Mi4	Locale interno alla zona	-	1,00	24,67	0,532	13,128	0,00	0,000
M1	Esterno	W	1,10	15,61	0,135	2,103	1,00	57,567
Finestra 100x240	Esterno	W	1,10	2,40	1,300	3,120	1,00	85,395
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	4,80	0,108	0,517	1,00	14,143
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	2,00	0,108	0,215	1,00	5,886
Mi4	Locale interno alla zona	-	1,00	17,72	0,532	9,426	0,00	0,000
Mi4	Locale interno alla zona	-	1,00	16,46	0,532	8,755	0,00	0,000
Mi3	Locale interno alla zona	-	1,00	72,88	0,488	35,577	0,00	0,000
Mi3	Locale interno alla zona	-	1,00	22,81	0,488	11,135	0,00	0,000
P1- Refettorio	Terreno	-	1,00	540,15	0,138	74,607	0,45	835,368
Copertura	Esterno	-	1,00	564,72	0,152	85,928	1,00	2 138,074
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	2,35	0,038	0,088	1,00	2,194
Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	2,35	0,038	0,088	1,00	2,194
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	2,36	0,056	0,132	1,00	3,275
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	2,36	0,056	0,132	1,00	3,275
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	2,36	-0,009	-0,022	1,00	-0,544
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	2,36	-0,009	-0,022	1,00	-0,544
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,83	0,056	0,214	1,00	5,324
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,83	0,056	0,214	1,00	5,324

Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,83	-0,009	-0,036	1,00	-0,884
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,83	-0,009	-0,036	1,00	-0,884
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	12,23	0,056	0,683	1,00	16,984
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	12,23	0,056	0,683	1,00	16,984
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	12,23	-0,009	-0,113	1,00	-2,821
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	12,23	-0,009	-0,113	1,00	-2,821
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,46	0,056	0,193	1,00	4,797
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,46	0,056	0,193	1,00	4,797
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,46	-0,009	-0,032	1,00	-0,797
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,46	-0,009	-0,032	1,00	-0,797
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	8,76	0,056	0,489	1,00	12,161
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	8,76	0,056	0,489	1,00	12,161
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	8,76	-0,009	-0,081	1,00	-2,020
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	8,76	-0,009	-0,081	1,00	-2,020
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,92	0,056	0,107	1,00	2,660
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,92	0,056	0,107	1,00	2,660
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,92	-0,009	-0,018	1,00	-0,442
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,92	-0,009	-0,018	1,00	-0,442

TOTALE Refettorio - Refettorio	7 078,799 W
--------------------------------	-------------

Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 1 - Dqprogetto = 28,9 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ϕT
Mi1	Locale interno alla zona	-	1,00	24,67	0,289	7,122	0,00	0,000
Mi4	Locale interno alla zona	-	1,00	16,46	0,532	8,755	0,00	0,000
Mi1	Locale interno alla zona	-	1,00	12,34	0,289	3,561	0,00	0,000
M1	Esterno	W	1,10	14,26	0,135	1,920	1,00	61,005
Finestra 120x150	Esterno	W	1,10	1,80	1,300	2,340	1,00	74,342
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	3,00	0,108	0,323	1,00	10,260
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	1,20	0,108	0,129	1,00	4,100
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	1,20	0,108	0,129	1,00	4,100
Finestra 50x80	Esterno	W	1,10	0,40	1,300	0,520	1,00	16,521
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	1,60	0,108	0,172	1,00	5,472
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Mi1	Locale interno alla zona	-	1,00	12,34	0,289	3,561	0,00	0,000
P1- Bagni+cucina	Terreno	-	1,00	17,94	0,133	2,392	0,45	31,093
Copertura	Esterno	-	1,00	19,39	0,152	2,951	1,00	85,233
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,75	0,056	0,098	1,00	2,820
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,75	0,056	0,098	1,00	2,820
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,75	-0,009	-0,016	1,00	-0,468
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,75	-0,009	-0,016	1,00	-0,468

TOTALE Refettorio - WC 1	300,245 W
--------------------------	-----------

Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 2 - Dqprogetto = 28,9 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ϕT
Mi4	Locale interno alla zona	-	1,00	24,67	0,532	13,128	0,00	0,000
Mi4	Locale interno alla zona	-	1,00	17,72	0,532	9,426	0,00	0,000
Mi1	Locale interno alla zona	-	1,00	24,67	0,289	7,122	0,00	0,000
M1	Esterno	W	1,10	15,52	0,135	2,090	1,00	66,406
Finestra 50x80	Esterno	W	1,10	0,40	1,300	0,520	1,00	16,521
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	1,60	0,108	0,172	1,00	5,472
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708

Finestra 120x150	Esterno	W	1,10	1,80	1,300	2,340	1,00	74,342
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	3,00	0,108	0,323	1,00	10,260
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	1,20	0,108	0,129	1,00	4,100
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	1,20	0,108	0,129	1,00	4,100
P1- Bagni+cucina	Terreno	-	1,00	18,09	0,133	2,412	0,45	31,344
Copertura	Esterno	-	1,00	19,97	0,152	3,039	1,00	87,766
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,88	0,056	0,105	1,00	3,036
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,88	0,056	0,105	1,00	3,036
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,88	-0,009	-0,017	1,00	-0,504
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,88	-0,009	-0,017	1,00	-0,504
TOTALE Refettorio - WC 2								308,791 W

Unità immobiliare 01 - Cucina - Dispensa - Dqprogetto = 24,9 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o I	U o ψ	Hix	btrx	ϕT
Mi1	Locale interno alla zona	-	1,00	12,34	0,289	3,561	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	8,86	0,535	4,743	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	35,14	0,535	18,811	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	8,84	0,535	4,731	0,00	0,000
Mi3	Locale interno alla zona	-	1,00	22,81	0,488	11,135	0,00	0,000
P1- Bagni+cucina	Terreno	-	1,00	15,00	0,133	2,001	0,45	22,399
Copertura	Esterno	-	1,00	15,27	0,152	2,324	1,00	57,831
TOTALE Cucina - Dispensa								80,230 W

Unità immobiliare 01 - Cucina - Cucina - Dqprogetto = 24,9 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o I	U o ψ	Hix	btrx	ϕT
M1	Esterno	W	1,10	7,05	0,135	0,950	1,00	26,000
M1	Esterno	S	1,00	31,69	0,135	4,269	1,00	106,217
Finestra 90x240	Esterno	S	1,00	2,16	1,300	2,808	1,00	69,869
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	4,80	0,108	0,517	1,00	12,857
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	0,90	0,108	0,097	1,00	2,408
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	0,90	0,108	0,097	1,00	2,408
Mi3	Locale interno alla zona	-	1,00	72,88	0,488	35,577	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	35,14	0,535	18,811	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	12,52	0,535	6,704	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	8,84	0,535	4,731	0,00	0,000
Mi3	Locale interno alla zona	-	1,00	17,56	0,488	8,573	0,00	0,000
M1	Esterno	S	1,00	50,24	0,135	6,768	1,00	168,392
Finestra 150x150	Esterno	S	1,00	2,25	1,300	2,925	1,00	72,780
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	3,00	0,108	0,323	1,00	8,036
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,50	0,108	0,161	1,00	4,013
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,50	0,108	0,161	1,00	4,013
Finestra 120x150	Esterno	S	1,00	1,80	1,300	2,340	1,00	58,224
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	3,00	0,108	0,323	1,00	8,036
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,20	0,108	0,129	1,00	3,211
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,20	0,108	0,129	1,00	3,211
Finestra 120x150	Esterno	S	1,00	1,80	1,300	2,340	1,00	58,224
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	3,00	0,108	0,323	1,00	8,036
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,20	0,108	0,129	1,00	3,211
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,20	0,108	0,129	1,00	3,211
Finestra 120x240	Esterno	S	1,00	2,88	1,300	3,744	1,00	93,158
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	4,80	0,108	0,517	1,00	12,857
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	2,40	0,108	0,258	1,00	6,422
Finestra 120x150	Esterno	S	1,00	1,80	1,300	2,340	1,00	58,224
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	3,00	0,108	0,323	1,00	8,036
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,20	0,108	0,129	1,00	3,211
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	1,20	0,108	0,129	1,00	3,211
Mi3	Locale interno alla zona	-	1,00	10,79	0,488	5,269	0,00	0,000

P1- Bagni+cucina	Terreno	-	1,00	96,50	0,133	12,865	0,45	144,051
Copertura	Esterno	-	1,00	105,02	0,152	15,980	1,00	397,622
Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	2,35	0,038	0,088	1,00	2,194
Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	2,35	0,038	0,088	1,00	2,194
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,026
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,75	0,056	0,042	1,00	1,041
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,75	0,056	0,042	1,00	1,041
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	0,75	-0,009	-0,007	1,00	-0,173
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	0,75	-0,009	-0,007	1,00	-0,173
Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	2,35	0,038	0,088	1,00	2,194
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,60	0,056	0,201	1,00	4,998
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,60	0,056	0,201	1,00	4,998
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,60	-0,009	-0,033	1,00	-0,830
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,60	-0,009	-0,033	1,00	-0,830
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	6,46	0,056	0,361	1,00	8,973
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	6,46	0,056	0,361	1,00	8,973
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	6,46	-0,009	-0,060	1,00	-1,490
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	6,46	-0,009	-0,060	1,00	-1,490

TOTALE Cucina - Cucina	1 372,713 W
------------------------	-------------

Unità immobiliare 01 - Cucina - Spogliatoio - Dqprogetto = 28,9 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	φT
M1	Esterno	E	1,15	7,05	0,135	0,950	1,00	31,552
M1	Esterno	S	1,00	13,82	0,135	1,862	1,00	53,764
Finestra 65x80	Esterno	S	1,00	0,52	1,300	0,676	1,00	19,524
Parete - serramento	Esterno	S	1,00	1,60	0,108	0,172	1,00	4,975
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	0,65	0,108	0,070	1,00	2,019
Parete - serramento 1	Esterno	S	1,00	0,65	0,108	0,070	1,00	2,019
M1	Esterno	W	1,10	28,89	0,135	3,891	1,00	123,633
Finestra 50x80	Esterno	W	1,10	0,40	1,300	0,520	1,00	16,521
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	1,60	0,108	0,172	1,00	5,472
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Finestra 50x80	Esterno	W	1,10	0,40	1,300	0,520	1,00	16,521
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	1,60	0,108	0,172	1,00	5,472
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Finestra 50x80	Esterno	W	1,10	0,40	1,300	0,520	1,00	16,521
Parete - serramento	Esterno	W	1,10	1,60	0,108	0,172	1,00	5,472
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Parete - serramento 1	Esterno	W	1,10	0,50	0,108	0,054	1,00	1,708
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	8,86	0,535	4,743	0,00	0,000
Mi1	Locale interno alla zona	-	1,00	12,34	0,289	3,561	0,00	0,000
Mi2	Locale interno alla zona	-	1,00	12,52	0,535	6,704	0,00	0,000
P1- Bagni+cucina	Terreno	-	1,00	15,51	0,133	2,067	0,45	26,871
Copertura	Esterno	-	1,00	19,18	0,152	2,918	1,00	84,272
Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	2,35	0,038	0,088	1,00	2,546
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,673
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,673
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,75	0,056	0,042	1,00	1,209
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,75	0,056	0,042	1,00	1,209
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	0,75	-0,009	-0,007	1,00	-0,201
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	0,75	-0,009	-0,007	1,00	-0,201
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,673
Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	2,35	-0,069	-0,162	1,00	-4,673
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,53	0,056	0,085	1,00	2,458
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,53	0,056	0,085	1,00	2,458
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,53	-0,009	-0,014	1,00	-0,408
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	1,53	-0,009	-0,014	1,00	-0,408

Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,20	0,056	0,179	1,00	5,157
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	3,20	0,056	0,179	1,00	5,157
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,20	-0,009	-0,030	1,00	-0,856
Parete - pavimento	Esterno	-	1,00	3,20	-0,009	-0,030	1,00	-0,856
TOTALE Cucina - Spogliatoio							423,426 W	

Unità immobiliare 01 - RefettorioVolume netto totale della zona Vn: 1 723,3 m³

Zona: Refettorio

Locale	Vn	V'i	HV	Δθp	φV
Refettorio	1 620,5	810,2	275,5	24,9	6 854,4
WC 1	50,3	100,7	34,2	28,9	988,5
WC 2	52,5	105,1	35,7	28,9	1 031,8
TOTALE Refettorio	1 723,3	1 016,0	345,4	-	8 874,8 W

Unità immobiliare 01 - CucinaVolume netto totale della zona Vn: 373,6 m³

Zona: Cucina

Locale	Vn	V'i	HV	Δθp	φV
Dispensa	42,2	63,3	21,5	24,9	535,8
Cucina	286,5	429,7	146,1	24,9	3 635,4
Spogliatoio	44,9	89,7	30,5	28,9	881,0
TOTALE Cucina	373,6	582,8	198,1	-	5 052,2 W

Zona: Refettorio - fRH = 11,0

Locale	Su	φRH
Refettorio	540,2 m ²	5 941,7 W
WC 1	16,8 m ²	184,6 W
WC 2	17,5 m ²	192,6 W

Zona: Cucina - fRH = 11,0

Locale	Su	φRH
Dispensa	14,1 m ²	154,8 W
Cucina	95,5 m ²	1 050,4 W
Spogliatoio	15,0 m ²	164,5 W

Comune di Ornago- (MB)

RELAZIONE dei CARICHI TERMICI ESTIVI

Calcolo del carico di progetto estivo

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago
COMMITTENTE	Comune di Ornago
PROGETTISTA	Ing.Gianfranco Autorino
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

1. INFORMAZIONI GENERALI DELL'EDIFICIO

Progetto per la realizzazione di nel comune di Ornago (MB)
sito in Via Carlo Porta 4

Classificazione dell'edificio o del complesso di edifici (Art. 3 del DPR 412/93): E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Tipologia costruttiva:

Configurazione dell'edificio: Singola unità centralizzata

Numero delle unità presenti: 1

Committente:

Progettista architettonico:

Progettista degli impianti termici:

Direttore dei lavori per l'isolamento dell'edificio:

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici:

2. DATI GENERALI DEL PROGETTO

Comune: Ornago (MB)

Zona climatica: E

Altitudine: 193 m

Latitudine: 45°36'

Longitudine: 9°25'

Stazione meteorologica di riferimento:

Cinisello Balsamo (MB)

Mese considerato nel calcolo:

luglio

Durata di funzionamento dell'impianto di

climatizzazione:

Riflettanza dell'ambiente circostante p:

0,2

Unità immobiliare: Unità immobiliare 01 - Zona raffrescata: Refettorio

Locale	Snetta m ²	Vnetto m ³	θint,C °C	φint,C %
Refettorio	540,2	1 620,5	26	50
WC 1	16,8	50,3	26	50
WC 2	17,5	52,5	26	50

Unità immobiliare: Unità immobiliare 01 - Zona raffrescata: Cucina

Locale	Snetta m ²	Vnetto m ³	θint,C °C	φint,C %
Dispensa	14,1	42,2	26	50
Cucina	95,5	286,5	26	50
Spogliatoio	15,0	44,9	26	50

Snetta superficie utile del locale

Vnetto volume netto del locale

θint,C temperatura interna a bulbo asciutto

φint,C umidità relativa interna

3. CARICO TERMICO ESTIVO PER LOCALI

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Refettorio - Refettorio

Calcolo eseguito il 26 luglio
Temperatura esterna alle ore 9: 23,21°C
Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 9
Umidità relativa esterna alle ore 9: 88,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Rientrate di calore per irraffiamento attraverso i serramenti

Area esterna e infiltrazioni

	qv m³/h	Δθp °C	Δx g/kg a.s.	BF	Φv,sen W	Φv,lat W
Aria esterna	486,14	-2,79	4,50	0,0	0,00	1 861,35
Infiltrazioni	11,00	-2,79	4,50	-	0,00	42,12
TOTALE					0,00	1 903,46

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: 210

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	Φint,sen W	Φint,lat W
Persone	0,98	12 348,00	8 232,00
Illuminazione	0,98	1 932,56	-
Macchine elettriche	-	21 606,00	-
TOTALE		35 886,56	8 232,00

Carico termico estivo per locale	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
Refettorio	1 107,13	2 896,15	0,00	1 903,46	35 886,56	8 232,00	50 025,31

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 1

Calcolo eseguito il 26 luglio

Massimo carico contemporaneo: ore 17

Temperatura esterna alle ore 17: 33,11°C

Umidità relativa esterna alle ore 17: 46,0%

Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m²	U W/m²K	btr,x	ΔT °C	Φtr W
pa0019	M1	Parete	Esterno	90	14,3	0,135	1,00	31,85	61,16
se0028	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	1,173	1,00	7,11	15,02
se0029	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	19,4	0,152	1,00	27,26	80,43
	TOTALE								159,94

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m²	I W/m²K	a	Φirr W
se0028	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	642,84	0,85	213,76
se0029	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	0,85	27,79
	TOTALE							241,55

Area esterna e infiltrazioni

	qv m³/h	Δθp °C	Δx g/kg a.s.	BF	Φv,sen W	Φv,lat W
Aria esterna	15,10	7,11	2,83	0,0	36,73	36,40
Infiltrazioni	11,00	7,11	2,83	-	26,76	26,51
TOTALE					63,49	62,91

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	Φint,sen W	Φint,lat W
Persone	0,04	1,61	1,07
Illuminazione	0,04	1,20	-
Macchine elettriche	-	671,20	-
TOTALE		674,01	1,07

Carico termico estivo per locale	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
WC 1	159,94	241,55	63,49	62,91	674,01	1,07	1 202,98

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 2

Calcolo eseguito il 26 luglio

Temperatura esterna alle ore 17: 33,11°C

Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 17

Umidità relativa esterna alle ore 17: 46,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m ²	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φtr W
pa0016	M1	Parete	Esterno	90	15,5	0,135	1,00	31,85	66,57
se0026	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
se0027	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	1,173	1,00	7,11	15,02
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	20,0	0,152	1,00	27,26	82,82
	TOTALE								167,75

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m ²	I W/m ² K	a	Φirr W
se0026	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	0,85	27,79
se0027	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	642,84	0,85	213,76
	TOTALE							241,55

Area esterna e infiltrazioni

	qv m ³ /h	Δθp °C	Δx g/kg a.s.	BF	Φv,sen W	Φv,lat W
Aria esterna	15,76	7,11	2,83	0,0	38,34	37,99
Infiltrazioni	11,00	7,11	2,83	-	26,76	26,51
TOTALE					65,10	64,50

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	0,04	1,68	1,12
Illuminazione	0,04	1,20	-
Macchine elettriche	-	700,40	-
TOTALE		703,28	1,12

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
WC 2	167,75	241,55	65,10	64,50	703,28	1,12	1 243,30

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Cucina - Dispensa

Calcolo eseguito il 26 luglio
 Temperatura esterna alle ore 9: 23,21°C
 Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 9
 Umidità relativa esterna alle ore 9: 88,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m ²	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	15,3	0,152	1,00	9,80	22,78
	TOTALE								22,78

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m ²	I W/m ² K	a	Φ_{irr} W
	TOTALE							0,00

Area esterna e infiltrazioni

	qv m ³ /h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	12,67	-2,79	4,50	0,0	0,00	48,51
Infiltrazioni	11,00	-2,79	4,50	-	0,00	42,12
TOTALE					0,00	90,63

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	0,98	330,93	220,62
Illuminazione	0,98	29,40	-
Macchine elettriche	-	562,80	-
TOTALE		923,13	220,62

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
Dispensa	22,78	0,00	0,00	90,63	923,13	220,62	1 257,15

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Cucina - Cucina

Calcolo eseguito il 27 luglio
 Temperatura esterna alle ore 11: 30,51°C
 Escursione termica giornaliera: 16,60 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 11
 Umidità relativa esterna alle ore 11: 48,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
pa0002	M1	Parete	Esterno	90	7,1	0,135	1,00	0,44	0,42
pa0003	M1	Parete	Esterno	0	31,7	0,135	1,00	9,68	41,30
se0001	Finestra 90x240	Serramento	Esterno	0	2,2	1,173	1,00	4,51	11,43
pa0029	M1	Parete	Esterno	0	50,2	0,135	1,00	9,68	65,48
se0003	Finestra 150x150	Serramento	Esterno	0	2,3	1,173	1,00	4,51	11,91
se0004	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	1,173	1,00	4,51	9,53
se0005	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	1,173	1,00	4,51	9,53
se0006	Finestra 120x240	Serramento	Esterno	0	2,9	1,173	1,00	4,51	15,24
se0007	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	1,173	1,00	4,51	9,53
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	105,0	0,152	1,00	9,78	156,25
	TOTALE								330,62

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	I W/m ² K	a	Φ_{irr} W
se0001	Finestra 90x240	Serramento	Esterno	0	2,2	350,51	0,86	113,80
se0003	Finestra 150x150	Serramento	Esterno	0	2,3	350,51	0,86	112,84
se0004	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	350,51	0,86	92,47
se0005	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	350,51	0,86	92,47
se0006	Finestra 120x240	Serramento	Esterno	0	2,9	350,51	0,86	150,79
se0007	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	350,51	0,86	92,47
	TOTALE							654,84

Area esterna e infiltrazioni

	qv m ³ /h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	85,95	4,51	1,85	0,0	132,67	135,13
Infiltrazioni	11,00	4,51	1,85	-	16,98	17,29
TOTALE					149,64	152,42

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: 20

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	0,99	1 188,00	792,00
Illuminazione	0,99	71,28	-
Macchine elettriche	-	3 819,60	-
TOTALE		5 078,88	792,00

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
Cucina	330,62	654,84	149,64	152,42	5 078,88	792,00	7 158,41

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Cucina - Spogliatoio

Calcolo eseguito il 27 luglio
 Temperatura esterna alle ore 11: 30,51°C
 Escursione termica giornaliera: 16,60 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 11
 Umidità relativa esterna alle ore 11: 48,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
pa0004	M1	Parete	Esterno	-90	7,1	0,135	1,00	27,71	26,32
pa0005	M1	Parete	Esterno	0	13,8	0,135	1,00	9,68	18,01
se0002	Finestra 65x80	Serramento	Esterno	0	0,5	1,173	1,00	4,51	2,75
pa0006	M1	Parete	Esterno	90	28,9	0,135	1,00	0,44	1,72
se0030	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	4,51	2,12
se0031	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	4,51	2,12
se0032	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	4,51	2,12
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	19,2	0,152	1,00	9,78	28,53
	TOTALE								83,69

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	I W/m ² K	a	Φ_{irr} W
se0002	Finestra 65x80	Serramento	Esterno	0	0,5	350,51	0,86	15,07
se0030	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	146,75	0,08	3,07
se0031	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	146,75	0,08	3,07
se0032	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	146,75	0,08	3,07
	TOTALE							24,28

Area esterna e infiltrazioni

	qv m ³ /h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	13,46	4,51	1,85	0,0	20,78	21,16
Infiltrazioni	11,00	4,51	1,85	-	16,98	17,29
TOTALE					37,75	38,45

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -
 Numero di apparecchi illuminanti: 1
 Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	0,99	355,21	236,81
Illuminazione	0,99	29,70	-
Macchine elettriche	-	598,00	-
TOTALE		982,91	236,81

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
Spogliatoio	83,69	24,28	37,75	38,45	982,91	236,81	1 403,90

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Refettorio - Refettorio

Calcolo eseguito il 26 luglio
 Temperatura esterna alle ore 19: 33,31°C
 Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 19
 Umidità relativa esterna alle ore 19: 44,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Area esterna e infiltrazioni

	qv m³/h	Δθp °C	Δx g/kg a.s.	BF	Φv,sen W	Φv,lat W
Aria esterna	486,14	7,31	2,44	0,0	1 215,87	1 010,24
Infiltrazioni	11,00	7,31	2,44	-	27,51	22,86
TOTALE					1 243,38	1 033,10

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: 210

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	Φint,sen W	Φint,lat W
Persone	-	12 600,00	8 400,00
Illuminazione	-	1 972,00	-
Macchine elettriche	-	21 606,00	-
TOTALE		36 178,00	8 400,00

Carico termico estivo per locale	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
Refettorio	3 448,51	2 356,83	1 243,38	1 033,10	36 178,00	8 400,00	52 659,82

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 1

Calcolo eseguito il 26 luglio

Massimo carico contemporaneo: ore 17

Temperatura esterna alle ore 17: 33,11°C

Umidità relativa esterna alle ore 17: 46,0%

Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m²	U W/m²K	btr,x	ΔT °C	Φtr W
pa0019	M1	Parete	Esterno	90	14,3	0,135	1,00	31,85	61,16
se0028	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	1,173	1,00	7,11	15,02
se0029	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	19,4	0,152	1,00	27,26	80,43
	TOTALE								159,94

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m²	I W/m²K	a	Φirr W
se0028	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	642,84	-	214,13
se0029	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	-	27,76
	TOTALE							241,89

Area esterna e infiltrazioni

	qv m³/h	Δθp °C	Δx g/kg a.s.	BF	Φv,sen W	Φv,lat W
Aria esterna	15,10	7,11	2,83	0,0	36,73	36,40
Infiltrazioni	11,00	7,11	2,83	-	26,76	26,51
TOTALE					63,49	62,91

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	-	40,27	26,85
Illuminazione	-	30,00	-
Macchine elettriche	-	671,20	-
TOTALE		741,47	26,85

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
WC 1	159,94	241,89	63,49	62,91	741,47	26,85	1 296,56

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Refettorio - WC 2

Calcolo eseguito il 26 luglio

Temperatura esterna alle ore 17: 33,11°C

Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 17

Umidità relativa esterna alle ore 17: 46,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m^2	U W/ m^2K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
pa0016	M1	Parete	Esterno	90	15,5	0,135	1,00	31,85	66,57
se0026	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
se0027	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	1,173	1,00	7,11	15,02
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	20,0	0,152	1,00	27,26	82,82
	TOTALE								167,75

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m^2	I W/ m^2K	a	Φ_{irr} W
se0026	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	-	27,76
se0027	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	90	1,8	642,84	-	214,13
	TOTALE							241,89

Area esterna e infiltrazioni

	qv m^3/h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	15,76	7,11	2,83	0,0	38,34	37,99
Infiltrazioni	11,00	7,11	2,83	-	26,76	26,51
TOTALE					65,10	64,50

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	-	42,02	28,02
Illuminazione	-	30,00	-
Macchine elettriche	-	700,40	-
TOTALE		772,42	28,02

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
WC 2	167,75	241,89	65,10	64,50	772,42	28,02	1 339,68

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Cucina - Dispensa

Calcolo eseguito il 26 luglio
 Temperatura esterna alle ore 17: 33,11°C
 Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 17
 Umidità relativa esterna alle ore 17: 46,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m^2	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	15,3	0,152	1,00	27,26	63,35
	TOTALE								63,35

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ °	A netta m^2	I W/m ² K	a	Φ_{irr} W
	TOTALE							0,00

Area esterna e infiltrazioni

	qv m^3/h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	12,67	7,11	2,83	0,0	30,82	30,54
Infiltrazioni	11,00	7,11	2,83	-	26,76	26,51
TOTALE					57,58	57,05

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	-	337,68	225,12
Illuminazione	-	30,00	-
Macchine elettriche	-	562,80	-
TOTALE		930,48	225,12

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
Dispensa	63,35	0,00	57,58	57,05	930,48	225,12	1 333,58

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Cucina - Cucina

Calcolo eseguito il 28 luglio
 Temperatura esterna alle ore 13: 30,31°C
 Escursione termica giornaliera: 14,10 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 13
 Umidità relativa esterna alle ore 13: 52,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
pa0002	M1	Parete	Esterno	90	7,1	0,135	1,00	6,70	6,37
pa0003	M1	Parete	Esterno	0	31,7	0,135	1,00	20,14	85,98
se0001	Finestra 90x240	Serramento	Esterno	0	2,2	1,173	1,00	4,31	10,93
pa0029	M1	Parete	Esterno	0	50,2	0,135	1,00	20,14	136,31
se0003	Finestra 150x150	Serramento	Esterno	0	2,3	1,173	1,00	4,31	11,38
se0004	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	1,173	1,00	4,31	9,11
se0005	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	1,173	1,00	4,31	9,11
se0006	Finestra 120x240	Serramento	Esterno	0	2,9	1,173	1,00	4,31	14,57
se0007	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	1,173	1,00	4,31	9,11
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	105,0	0,152	1,00	16,92	270,33
	TOTALE								563,18

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	I W/m ² K	a	Φ_{irr} W
se0001	Finestra 90x240	Serramento	Esterno	0	2,2	470,43	-	150,32
se0003	Finestra 150x150	Serramento	Esterno	0	2,3	470,43	-	139,60
se0004	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	470,43	-	115,74
se0005	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	470,43	-	115,74
se0006	Finestra 120x240	Serramento	Esterno	0	2,9	470,43	-	188,22
se0007	Finestra 120x150	Serramento	Esterno	0	1,8	470,43	-	115,74
	TOTALE							825,36

Area esterna e infiltrazioni

	qv m ³ /h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	85,95	4,31	2,61	0,0	126,79	190,91
Infiltrazioni	11,00	4,31	2,61	-	16,23	24,43
TOTALE					143,01	215,34

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: 20

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	-	1 200,00	800,00
Illuminazione	-	72,00	-
Macchine elettriche	-	3 819,60	-
TOTALE		5 091,60	800,00

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
Cucina	563,18	825,36	143,01	215,34	5 091,60	800,00	7 638,49

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01 - Cucina - Spogliatoio

Calcolo eseguito il 26 luglio
 Temperatura esterna alle ore 17: 33,11°C
 Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 17
 Umidità relativa esterna alle ore 17: 46,0%

Rientrate di calore per trasmissione

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	U W/m ² K	btr,x	ΔT °C	Φ_{tr} W
pa0004	M1	Parete	Esterno	-90	7,1	0,135	1,00	7,64	7,25
pa0005	M1	Parete	Esterno	0	13,8	0,135	1,00	14,96	27,86
se0002	Finestra 65x80	Serramento	Esterno	0	0,5	1,173	1,00	7,11	4,34
pa0006	M1	Parete	Esterno	90	28,9	0,135	1,00	31,85	123,94
se0030	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
se0031	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
se0032	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	1,173	1,00	7,11	3,34
co0001	Copertura	Copertura	Esterno	0	19,2	0,152	1,00	27,26	79,53
	TOTALE								252,92

Rientrate di calore per irraggiamento attraverso i serramenti

Codice	Elemento disperdente	Tipologia	Verso	γ	A netta m ²	I W/m ² K	a	Φ_{irr} W
se0002	Finestra 65x80	Serramento	Esterno	0	0,5	44,50	-	0,97
se0030	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	-	27,76
se0031	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	-	27,76
se0032	Finestra 50x80	Serramento	Esterno	90	0,4	642,84	-	27,76
	TOTALE							84,25

Area esterna e infiltrazioni

	qv m ³ /h	$\Delta\theta_p$ °C	Δx g/kg a.s.	BF	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W
Aria esterna	13,46	7,11	2,83	0,0	32,74	32,44
Infiltrazioni	11,00	7,11	2,83	-	26,76	26,51
TOTALE					59,50	58,96

Carichi interni

Numero di persone presenti nel locale: -

Numero di apparecchi illuminanti: 1

Carichi elettrici da macchine totali: -

	a	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W
Persone	-	358,80	239,20
Illuminazione	-	30,00	-
Macchine elettriche	-	598,00	-
TOTALE		986,80	239,20

Carico termico estivo per locale	Φ_{tr} W	Φ_{irr} W	$\Phi_{v,sen}$ W	$\Phi_{v,lat}$ W	$\Phi_{int,sen}$ W	$\Phi_{int,lat}$ W	Φ W
Spogliatoio	252,92	84,25	59,50	58,96	986,80	239,20	1 681,64

4. CARICO TERMICO ESTIVO PER UNITA' IMMOBILIARI

Calcolo con fattore di accumulo - Unità immobiliare 01

Calcolo eseguito il 02 luglio

Temperatura esterna alle ore 11: 27,41°C

Umidità relativa esterna alle ore 11: 64,0%

Escursione termica giornaliera: 9,30 °C

Massimo carico contemporaneo: ore 11

Carico termico estivo per unità immobiliare	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
Unità immobiliare 01	1 642,68	3 219,24	335,99	1 942,33	44 533,35	9 621,99	61 295,58

Calcolo senza fattore di accumulo - Unità immobiliare 01

Calcolo eseguito il 26 luglio

Massimo carico contemporaneo: ore 19

Temperatura esterna alle ore 19: 33,31°C

Umidità relativa esterna alle ore 19: 44,0%

Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Carico termico estivo per unità immobiliare	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
Unità immobiliare 01	4 742,57	2 622,02	1 738,44	1 444,44	44 700,78	9 719,18	64 967,42

5. CARICO TERMICO ESTIVO PER INTERO EDIFICIO

Calcolo con fattore di accumulo - Intero edificio

Calcolo eseguito il 02 luglio

Massimo carico contemporaneo: ore 11

Temperatura esterna alle ore 11: 27,41°C

Umidità relativa esterna alle ore 11: 64,0%

Escursione termica giornaliera: 9,30 °C

Carico termico estivo	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
Edificio	1 642,68	3 219,24	335,99	1 942,33	44 533,35	9 621,99	61 295,58

Calcolo senza fattore di accumulo - Intero edificio

Calcolo eseguito il 26 luglio

Massimo carico contemporaneo: ore 19

Temperatura esterna alle ore 19: 33,31°C

Umidità relativa esterna alle ore 19: 44,0%

Escursione termica giornaliera: 16,00 °C

Carico termico estivo	Φtr W	Φirr W	Φv,sen W	Φv,lat W	Φint,sen W	Φint,lat W	Φ W
Edificio	4 742,57	2 622,02	1 738,44	1 444,44	44 700,78	9 719,18	64 967,42

Comune di Ornago- (MB)

RELAZIONE VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

Attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di
contenimento del consumo energetico degli edifici

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
PROGETTISTA	Ing. GIANFRANCO AUTORINO
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

4 Ventilazione

Impostazioni avanzate

 Periodo riscaldamento

Ventilazione meccanica

E' presente un flusso d'aria prelevato da esterno Potenza el. ventilatori [W] 1145,00 

Tipo di funzionamento Ventilazione meccanica controllata
Tipologia di diffusore Diffusore (circolari o quadrati) a coni o settori concentrici
Funzionamento ventilatori Ventilatori in immissione ed estrazione (doppio flusso) con recupero di calore
Portata di immissione $q_{ve.sup}$ 6800 m^3/h Consiglia un valore  (max: 16 204,6 m^3/h) 
Portata di estrazione $q_{ve.ext}$ 6800 m^3/h Consiglia un valore  (max: 16 204,6 m^3/h) 
Rendimento del recuperatore $\eta_{hru.eff}$ H 0,88 (valore tra zero e uno)

- Presente sistema di controllo di portata
 Ventilatore premente con trattamento di pre-riscaldamento o pre-raffreddamento dell'aria

Specifica portate minime di progetto personalizzate 

 Periodo raffrescamento

Ventilazione meccanica

E' presente un flusso d'aria prelevato da esterno Potenza el. ventilatori [W] 1145,00 

Tipo di funzionamento Ventilazione meccanica controllata
Tipologia di diffusore Diffusore (circolari o quadrati) a coni o settori concentrici
Funzionamento ventilatori Ventilatori in immissione ed estrazione (doppio flusso) con recupero di calore
Portata di immissione $q_{ve.sup}$ 6800 m^3/h Consiglia un valore  (max: 16 204,6 m^3/h) 
Portata di estrazione $q_{ve.ext}$ 6800 m^3/h Consiglia un valore  (max: 16 204,6 m^3/h) 
Rendimento del recuperatore $\eta_{hru.eff}$ 0,88 (valore tra zero e uno)

- Presente sistema di controllo di portata
 Ventilatore premente con trattamento di pre-riscaldamento o pre-raffreddamento dell'aria
 Impianto utilizzato anche per ventilazione notturna estiva 

 Periodo ventilazione

Ventilazione meccanica

E' presente un flusso d'aria prelevato da esterno Potenza el. ventilatori [W] 1145,00 

Tipo di funzionamento Ventilazione meccanica controllata
Tipologia di diffusore Diffusore (circolari o quadrati) a coni o settori concentrici
Funzionamento ventilatori Ventilatori in immissione ed estrazione (doppio flusso) con recupero di calore
Portata di immissione $q_{ve.sup}$ 6800 m^3/h Consiglia un valore  (max: 16 204,6 m^3/h) 
Portata di estrazione $q_{ve.ext}$ 6800 m^3/h Consiglia un valore  (max: 16 204,6 m^3/h) 
Rendimento del recuperatore $\eta_{hru.eff}$ 0,88 (valore tra zero e uno)

- Presente sistema di controllo di portata
 Ventilatore premente con trattamento di pre-riscaldamento o pre-raffreddamento dell'aria

Comune di Ornago- (MB)

RELAZIONE PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di
contenimento del consumo energetico degli edifici

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
PROGETTISTA	Ing. GIANFRANCO AUTORINO
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

ACQUA CALDA SANITARIA - Risultati di zona

Cucina

	Um	
T di erogazione	°C	40,00
T acqua in ingresso	°C	13,33
Sup utile zona	m ²	124,52
Sup utile unità immobiliare	m ²	0,00
Vol d'acqua dell'unità Vw	l/giorno	0,00
Coefficiente di recupero Cr	-	0,00

	Um	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALI
Qw	kWh	3,84	3,47	3,84	3,72	3,84	3,72	3,84	3,84	3,72	3,84	3,72	3,84	45,25

Refettorio

	Um	
T di erogazione	°C	40,00
T acqua in ingresso	°C	13,33
Sup utile zona	m ²	574,44
Sup utile unità immobiliare	m ²	574,44
Vol d'acqua dell'unità Vw	l/giorno	250,00
Coefficiente di recupero Cr	-	0,00

	Um	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALI
Qw	kWh	240,22	216,97	240,22	232,47	240,22	232,47	240,22	240,22	232,47	240,22	232,47	240,22	2 828,42

ASSEVERAZIONE DEL SISTEMA BACS INSTALLATO

EDIFICIO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
ASSEVERATORE	Ing. GIANFRANCO AUTORINO
DATA	10/09/2025
	Firma: _____

1 Dati dell'intervento e descrizione (rif. Prospetto A.2 UNI/TS 11651)

DATI INTERVENTO

Regione Lombardia
 Comune Ornago
 Indirizzo Via Carlo Porta 4
 Piano _____
 Interno _____

DESCRIZIONE INTERVENTO

Dettagli del progetto	Nuovo edificio	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ristrutturazione edificio	<input type="checkbox"/>
	Modifica BACS pre-esistente	<input type="checkbox"/>
	Altro (vedi note e specificazioni aggiuntive):	<input type="checkbox"/>

Note e specificazioni aggiuntive

Destinazione d'uso	Residenziale	<input type="checkbox"/>
	Non residenziale	<input checked="" type="checkbox"/>
Oggetto dell'attestato	Intero edificio	<input type="checkbox"/>
	Unità immobiliare	<input checked="" type="checkbox"/>
	Gruppo di unità immobiliari	<input type="checkbox"/>

	Presente	Asseverato
Servizi		
Riscaldamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Raffrescamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Produzione acqua calda sanitaria	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ventilazione meccanica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Asseverazione del sistema BACS installato

Condizionamento dell'aria	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Illuminazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Schermature solari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestione tecnica delle abitazioni e degli edifici	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2 Asseverazione di conformità alla classe (rif. Prospetto A.3 UNI/TS 11651)

In qualità di soggetto responsabile dell'asseverazione del sistema BACS, consapevole di assumere la qualifica di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale

- ✓ vista la UNI EN ISO 52120-1;
- ✓ visto il sistema BACS installato;
- ✓ considerati i soli servizi e le sole funzioni di controllo pertinenti ai sensi del punto 5.3 della UNI/TS 11651;
- ✓ esaminate le funzioni di controllo pertinenti e le funzioni di controllo operative di cui al prospetto A.1;

ASSEVERO che

il sistema BACS è conforme ai requisiti della **classe di efficienza B** in conformità alla UNI EN ISO 52120-1.



Nome (in stampatello): ING.GIANFRANCO AUTORINO

3 Dettagli dell'asseverazione del sistema BACS installato

(rif. Prospetto A.1 UNI/TS 11651)

Classe B →

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
1	CONTROLLO DEL RISCALDAMENTO								
1.1	Controllo dell'emissione								
	Il sistema di regolazione è installato sul terminale o nell'ambiente. Con la funzione 1.1.1 possono essere regolati diversi ambienti	0	Nessun controllo automatico						
	1	Controllo automatico centrale Un controllo unico agisce sia sul generatore, sia distribuzione; ad esempio, tramite controllore climatico in accordo con EN 12098-1 o EN 12098-3							
	2	Controllo di ogni ambiente mediante valvole termostatiche o controllori elettronici							
✓	3	Controllo di ogni ambiente con comunicazione tra controllori e HBES/BACS. (*) Nota: per impianti con elevata inerzia termica (esempio sistemi a bassa temperatura), la funzione diventa di classe A in entrambi i tipi di edificio.				(*)			(*)
	4	Controllo di ogni ambiente con comunicazione e rilevazione di presenza di persone. Nota: Sono esclusi gli impianti a elevata inerzia termica (con massa termica rilevante). Ad esempio: riscaldamento a pavimento, a parete, ecc....							
1.2	Controllo dell'emissione di strutture edili termo-attive (TABS)								
	0	Nessun controllo automatico							
	1	Controllo automatico centralizzato. È un controllo di tipo climatico effettuato sulla media temporale della temperatura esterna (ad esempio delle ultime 24 ore).							
	2	Controllo automatico centrale avanzato. Permette di garantire il mantenimento di una temperatura ambiente compresa in un intervallo di comfort impostato con un consumo minimo di energia.							
	3	Controllo automatico centrale avanzato con operazione intermittente e/o basata sulla rilevazione della temperatura ambiente. Come funzione 2 con l'aggiunta di: funzionamento intermittente temporizzato e/o dipendente dalla temperatura ambiente							
1.3	Controllo della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)								
	Una funzione simile può essere utilizzata per il controllo delle reti di riscaldamento elettrico diretto	0	Nessun controllo automatica						
	1	Compensazione con la temperatura esterna							
	2	Regolazione in base alla richiesta							
1.4	Controllo delle pompe di distribuzione nelle reti								
	Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete	0	Nessun controllo automatico						
	1	Controllo accensione spegnimento							

Classe B →

Classe B →

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
	0	Priorità basate sul tempo di funzionamento	█			█			
	1	Priorità basate su liste (es. priorità delle pompe di riscaldamento o dei bollitori di acqua calda)	█	█		█	█		
✓	2	Priorità basate su liste dinamiche (basate sull'efficienza corrente del generatore e capacità di generazione)	█	█	█		█	█	
	3	Priorità basate su liste dinamiche (come 1.9.2) e sulla predizione del carico			█		█	█	█

1.10 Controllo della carica del sistema di accumulo dell'energia termica (TES)

Il sistema TES è parte del sistema di riscaldamento.

0	Accumulo continuo	█				█			
1	Accumulo controllato da due sensori	█	█	█		█	█	█	
2	Sistema di accumulo basato sulla previsione di carico	█	█	█	█	█	█	█	█

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Classe B →

		Definizione delle classi								
		Residenziale				Non residenziale				
		D	C	B	A	D	C	B	A	
2	CONTROLLO DELLA MANDATA DI ACQUA CALDA SANITARIA (ACS)									
2.1	Controllo della temperatura di accumulo di ACS con riscaldamento elettrico integrato o pompa di calore elettrica									
	0	Controllo automatico accensione/spegnimento	■				■			
	1	Controllo automatico accensione/spegnimento e avvio a tempo del caricamento		■				■		
✓	2	Controllo automatico accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo				■				■
2.2	Controllo della temperatura di accumulo di ACS con generatore di acqua calda									
	0	Controllo automatico accensione/spegnimento	■				■			
	1	Controllo automatico accensione/spegnimento e avvio a tempo del caricamento		■				■		
	2	Controllo automatico accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo				■				■
2.3	Controllo della temperatura di accumulo di ACS con collettore solare e generazione di calore									
	0	Controllo a selezione manuale dell'energia solare o della generazione di calore	■				■			
	1	Regolazione automatica del carico dell'accumulo di ACS in funzione dell'apporto solare con integrazione da generatore di calore supplementare.		■				■		
	2	Regolazione automatica del carico dell'accumulo di ACS in funzione dell'apporto solare con integrazione da generatore di calore supplementare con più sensori di temperatura.				■				■
2.4	Controllo della pompa di ricircolo ACS									
	Funzionamento continuo, accensione/spegnimento in base al tempo									
	0	Senza programma a tempo	■				■			
✓	1	Controllo della pompa di ricircolo ACS con programmazione oraria.				■				■

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Classe B→

Definizione delle classi							
Residenziale				Non residenziale			
D	C	B	A	D	C	B	A
3 CONTROLLO DEL RAFFRESCAMENTO							
3.1 Controllo dell'emissione							
Il sistema di controllo è installato sul terminale o nell'ambiente; per la funzione 3.1.1 un sistema può controllare diversi ambienti							
0	Nessun controllo automatico						
1	Controllo automatico centrale: può lavorare direttamente sul generatore o sulla distribuzione; ad esempio tramite controllore climatico in accordo con EN 12098-1 o EN 12098-3						
2	Controllo di ogni ambiente per mezzo di controllori elettronici						
3	Controllo di ogni ambiente con comunicazione (Esempio programmi orari, controllori ambiente con set point) *Nota: per impianti con elevata inerzia termica (esempio sistemi a pannelli radianti), la funzione diventa di classe A in entrambi i tipi di edificio.				(*)		(*)
4	Controllo di ogni ambiente con comunicazione e rilevazione di presenza di persone (quest'ultima da non applicare per i pannelli radianti di ogni genere)						
3.2 Controllo dell'emissione per TABS per raffrescamento							
0	Nessun controllo automatico						
1	Controllo automatico centrale È un controllo di tipo climatico effettuato sulla media temporale della temperatura esterna (ad esempio delle ultime 24 ore).						
2	Controllo automatico centrale avanzato. Permette di garantire il mantenimento di una temperatura ambiente compresa in un intervallo di comfort impostato con un consumo minimo di energia.						
3	Controllo automatico centrale avanzato con operazione intermittente e/o basata sulla rilevazione della temperatura ambiente. Come funzione 2 con l'aggiunta di: funzionamento intermittente temporizzato e/o dipendente dalla temperatura ambiente						
3.3 Controllo della temperatura dell'acqua fredda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)							
Una funzione simile si può applicare al controllo del raffrescamento elettrico diretto (per esempio, unità di raffrescamento compatte, unità split) per singoli ambienti							
0	Controllo a temperatura costante						
1	Compensazione con la temperatura esterna: generalmente aumenta la temperatura media del fluido						
2	Controllo in base alla richiesta per esempio sulla temperatura interna: generalmente aumenta la temperatura media del fluido						
3.4 Controllo delle pompe di distribuzione nelle reti idrauliche							
Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete							
0	Nessun controllo automatico						
1	Controllo accensione/spegnimento						

Classe B→

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
	2	Controllo multistadio			█			█	
	3	Controllo della velocità delle pompe: variabile, costante o variabile, basata sul ΔP dell'unità interna				█			█
	4	Controllo della velocità delle pompe: variabile costante o variabile, basata su un segnale esterno, (es. richiesta idraulica, ΔT , ottimizzazione dell'energia)			█				█
3.4a	Bilanciamento idronico della distribuzione del raffrescamento (incluso il contributo al bilanciamento in emissione)								
	Il bilanciamento idronico è applicato ad un gruppo di emettitori di raffrescamento (pannello di raffrescamento, unità fan-coil o altre unità interne) maggiore di 10 in aggiunta al bilanciamento statico degli emettitori di raffrescamento.								
	0	Nessun bilanciamento	█				█		
	1	Bilanciamento statico per emettitore senza bilanciamento di gruppo		█			█		
	2	Bilanciamento statico per emettitore e bilanciamento statico di gruppo		█			█		
	3	Bilanciamento statico per emettitore e bilanciamento dinamico di gruppo			█			█	
	4	Bilanciamento dinamico per emettitore			█				█
3.5	Controllo intermittente dell'emissione e/o della distribuzione								
	Un solo controllore può controllare diversi ambienti/zona aventi lo stesso profilo di occupazione								
	0	Nessun controllo automatico	█				█		
	1	Controllo automatico con programma orario fisso		█				█	
	2	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato			█				█
	3	Controllo automatico con valutazione della richiesta				█			█
3.6	Interblocco tra riscaldamento e raffrescamento per emissione e/o distribuzione								
	0	Nessun interblocco	█				█		
	1	Interblocco parziale (in funzione del sistema HVAC)		█				█	
	2	Interblocco totale			█				█
3.7	Controllo del generatore per il raffrescamento								
	L'obiettivo è generalmente quello di massimizzare la temperatura d'esercizio del generatore (chiller)								
	0	Controllo a temperatura costante	█				█		
✓	1	Controllo a temperatura variabile in funzione della temperatura esterna		█				█	
	2	Controllo a temperatura variabile in funzione del carico, in accordo con i controllori di ambiente (room controller)			█				█
3.8	Sequenziamento di diversi generatori								
	0	Priorità basate solo sui tempi di funzionamento	█				█		
	1	Priorità basate solo sui carichi		█				█	
✓	2	Priorità basate sulle caratteristiche e l'efficienza di ogni generatore, in modo da far funzionare ogni generatore al proprio massimo grado di efficienza		█				█	
	3	Sequenziamento basato sulla previsione del carico, ad esempio basato sul COP e la disponibilità di energia			█				█

Classe B→

Definizione delle classi							
Residenziale				Non residenziale			
D	C	B	A	D	C	B	A
3.9 Controllo della carica del sistema di accumulo dell'energia termica (TES)							
Il sistema TES è parte del sistema di raffrescamento							
0 Accumulo continuo							
1 Accumulo temporizzato							
2 Sistema di accumulo basato sulla previsione di carico							

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Classe B →

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
4	CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE E DEL CONDIZIONAMENTO D'ARIA								
4.1	Controllo del flusso d'aria di mandata in ambiente	0	Nessun controllo automatico						
		1	Controllo in base al tempo						
✓		2	Controllo in base alla presenza						
		3	Controllo in base al carico (Demand based control)						
4.2	Controllo della temperatura dell'aria tramite un sistema di ventilazione	0	Controllo On/Off. La temperatura del flusso d'aria è fissa, come pure la quantità. Il set-point della temperatura in ambiente è fissato localmente.						
		1	Controllo e continuo. Sia la temperatura del flusso d'aria, sia la portata possono variare con continuità. Il set-point della temperatura in ambiente è fissato localmente.						
✓		2	Controllo ottimizzato. Sia la temperatura del flusso d'aria sia la portata variano in base alla richiesta.						
4.3	Controllo della temperatura ambiente mediante coordinamento tra ventilazione e sistemi statici	0	Senza coordinamento. Ogni sistema ha un proprio controllore						
		1	L'interazione dei sistemi è coordinata.						
4.4	Controllo del flusso d'aria esterno	0	Controllo fissa del flusso d'aria esterna						
		1	Controllo a livelli (livello Alto/basso) in funzione di una programmazione oraria						
✓		2	Controllo a livelli (Alto /basso) in funzione della presenza (luci accese o rilevatori di presenza)						
		3	Controllo continuo in funzione: del numero di persone presenti e/o di parametri di qualità dell'aria. La scelta dei parametri di controllo deve essere adattata al tipo di ambiente.						
4.5	Controllo del flusso o della pressione dell'aria a livello dell'unità trattamento dell'aria (UTA/CTA o AHU, Air Handling Unit)	0	Nessun controllo automatico. Fornitura continua al massimo livello di carico per ogni locale						
		1	Controllo a tempo. Fornitura continua al massimo livello di carico per ogni locale durante il periodo di occupazione.						
✓		2	Controllo in multistadio						
		3	Controllo automatico della portata o della pressione nel condotto di mandata in base richiesta di tutto l'ambiente.						
		4	Controllo automatico della portata o della pressione in base dalla richiesta di ciascun locale collegati						
4.6	Protezione dal gelo sul lato di scarico aria dello scambiatore di calore	0	Senza protezione del gelo						
✓		1	Con protezione del gelo						

Classe B →

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
4.7 Controllo del recuperatore di calore (prevenzione del surriscaldamento)									
	0	Senza controllo di surriscaldamento							
✓	1	Con controllo di surriscaldamento (ad esempio tramite regolazione del by-pass)							
4.8. Raffrescamento per circolazione d'aria (free cooling)									
	0	Nessun controllo							
	1	Raffrescamento notturno. L'aria esterna è fatta fluire alla massima portata nei periodi di non occupazione dei locali quando si hanno: temperatura ambiente superiore al set point e differenza tra temperatura ambiente ed esterna superiore ad un valore impostato.							
	2	Circolazione d'aria proveniente dall'esterno con il solo controllo di temperatura. Per minimizzare il raffrescamento meccanico si modulano le quantità di aria esterna e ricircolo di aria ambiente confrontandone le temperature.							
	3	Controllo basato su temperatura e umidità dell'aria (entalpico). La portata d'aria esterna e di ricircolo è modulata per minimizzare l'energia di raffrescamento							
4.9 Controllo della temperatura dell'aria in ingresso all'unità di trattamento aria (UTA/CTA o AHU, Air Handling Unit)									
	0	Nessun controllo							
	1	Set point costante del flusso d'aria modificabile manualmente							
✓	2	Set point variabile con compensazione della temperatura esterna. Il setpoint è solo funzione della temperatura esterna							
	3	Set point variabile con compensazione basata sul carico del locale. Questo può essere fatto con un controllo integrato che consente di rilevare la temperatura o la posizione dell'attuatore nei diversi locali							
4.10 Controllo dell'umidità									
	0	Nessun controllo automatico							
	1	Controllo al punto di rugiada L'umidità dell'aria immessa nell'ambiente viene controllata (in modo centralizzato o locale) in base al punto di rugiada e "post-riscaldato" per ottenere i set point di umidità e temperatura.							
✓	2	Controllo diretto dell'umidità Un sistema di controllo garantisce il raggiungimento di un set point di umidità dell'aria (centralizzato o variabile localmente). Il set point può essere sia impostato dall'utente o mantenuto automaticamente all'interno di un intervallo di valori (Min/Max) con l'obiettivo di minimizzare il consumo energetico.							

Classe B →

Definizione delle classi							
Residenziale				Non residenziale			
D	C	B	A	D	C	B	A

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Classe B →

Definizione delle classi							
Residenziale				Non residenziale			
D	C	B	A	D	C	B	A

5 REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE	
5.1 Regolazione in base alla presenza	
	0 Interruttore manuale di accensione e spegnimento
	1 Interruttore manuale di accensione e spegnimento + segnale di spegnimento automatico L'illuminazione è controllata con un interruttore manuale. In aggiunta un segnale automatico spegne le luci almeno una volta al giorno, tipicamente alla sera per evitare una illuminazione non necessaria.
✓	2 Rilevazione automatica Auto ON/Auto OFF: Accensione automatica in presenza di persone, in assenza di persone spegnimento automatico Auto ON/Dimmed OFF: Accensione automatica in presenza di persone. in assenza di persone, riduzione del flusso luminoso ad un valore prefissato.
	3 Rilevazione automatica – Accensione manuale Manual ON/Partial Auto ON Auto OFF: Accensione manuale o automatica in presenza di persone. In assenza di persone, spegnimento automatico. Manual ON/Partial auto ON/Dimmed OFF: Accensione manuale o automatica in presenza di persone. In assenza di persone, del flusso luminoso ad un valore prefissato.
5.2 Regolazione in base alla luce diurna	
	0 Manuale centralizzata
	1 Manuale per ogni locale
	2 Crepuscolare ON/OFF
	3 Crepuscolare con regolazione del flusso luminoso

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Classe B →

Definizione delle classi							
Residenziale				Non residenziale			
D	C	B	A	D	C	B	A

6	CONTROLLO DELLE SCHERMATURE SOLARI							
6.1	controllo delle schermature solari. Le schermature solari permettono di proteggere da riscaldamento ed abbagliamento causati dai raggi solari.							
0	Azionamento manuale							
1	Azionamento motorizzato con comando manuale							
2	Azionamento motorizzato con comando automatico							
3	Regolazione combinata illuminazione/schermature solari /HVAC con rilevazione di presenza.							

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Classe B →

Classe B →

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non Residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
0	Assenza di coordinamento tra fornitura di energia dalla rete elettrica e consumi. I consumi elettrici dell'edificio sono indipendenti dallo stato della rete di distribuzione.								
1	Coordinamento tra fornitura di energia dalla rete elettrica e consumi. I consumi elettrici dell'edificio sono dipendenti dallo stato della rete di distribuzione.								

NOTE

Funzioni di controllo non applicabili:

Funzioni installate:

Relazione sui Criteri Ambientali Minimi

EDIFICIO	
PROGETTISTA	Ing. GIANFRANCO AUTORINO
COMMITTENTE	Comune di Ornago
INDIRIZZO	Via Carlo Porta 4 - Ornago (MB)
	Firma: _____

RELAZIONE TECNICA ATTESTANTE IL RISPETTO DEI CRITERI MINIMI AMBIENTALI (CAM) CON RIFERIMENTO AL DECRETO 23-06-2022

1 PREMESSA

La seguente relazione tecnica contiene la verifica di alcuni dei criteri ambientali minimi (CAM) riportati nel Decreto 23-06-2022.

In particolare, qui di seguito si riporta l'elenco dei criteri che saranno oggetto di analisi nel presente documento:

- 2.4.2 Prestazione energetica
- 2.3.7 Approvvigionamento energetico
- 2.4.7 Illuminazione naturale
- 2.4.9 Comfort termo-igrometrico

2 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Ornago

Provincia MB

Progetto per la realizzazione di

Costruzione della nuova mensa scolastica per l'Istituto Comprensivo " Alessandro Manzoni" di Ornago e Burago - Sede di Ornago

Tipo intervento Nuova costruzione o demolizione e ricostruzione

Sito in Via Carlo Porta 4

Mappale

Sezione

Foglio

Particella

Subalterni

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	S/V	S _U [m ²]
Unità immobiliare 01	1 940,23	3 356,06	0,580	698,96

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato**V** Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano**S/V** rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio**S_U** superficie utile climatizzata dell'edificio

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	S _u [m ²]
Unità immobiliare 01	1 940,23	3 356,06	698,96

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato**V** Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano**S_u** Superficie utile climatizzata dell'edificio

Soggetti coinvolti

Committente

Comune di Ornago

Progettista degli impianti termici

Ing. Gianfranco Autorino

Progettista dell'isolamento termico dell'edificio

Ing. Giuseppe Angri

Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio

Ing. Gianfranco Autorino

Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio

Ing. Gianfranco Autorino

Tecnico incaricato per la redazione dell'APE

Da nominare

Progettista comfort acustico

Ing. Gianfranco Autorino

Tecnico competente in acustica ambientale

Ing. Gianfranco Autorino

Calcolo criteri ambientali minimi a cura di

Ing. Gianfranco Autorino

3 PRESTAZIONE ENERGETICA

Nel presente capitolo sono presentate le verifiche che il Decreto 23-06-2022 prescrive nel **paragrafo 2.4.2** relativamente alla **Prestazione energetica** dell'edificio.

Rispetto D.M. del 26 giugno 2015 sui requisiti minimi

L'edificio dovrà garantire il rispetto delle condizioni di cui all'Allegato 1 del decreto ministeriale 26 giugno 2015.

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione

Unità immobiliare	H'T [W/(m ² K)]	Limite	Verifica
H'T Unità immobiliare 01	0,176	0,550	SI

Verifica area solare equivalente estiva dei componenti finestrati

Unità immobiliare	A _{sol,est} /A _{sup,utile}	Limite	Verifica
Asol,est/Asup utile Unità immobiliare 01	0,009	0,030	SI

Verifica Indici di prestazione termica utile

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd 46,12 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento EPH,nd,limite: 56,37 kWh/m²

Verifica: SI

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC,nd 2,42 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento EPC,nd,limite: 3,44 kWh/m²

Verifica: SI

Verifica Indice di prestazione energetica globale dell'edificio

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia

primaria non rinnovabile EP_{gl,nr} 20,67 kWh/m²

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio EP_{gl,tot} 88,47 kWh/m²

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento EP_{gl,tot,limite}: 134,04 kWh/m²

Verifica: SI

Verifica Efficienza media stagionale

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H 0,714

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$ 0,601

Verifica: SI

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W : 0,807

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$ 0,498

Verifica: SI

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C 2,245

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato

nell'edificio di riferimento $n_{H,\text{limite}}$ 1,140

Verifica: SI

Comfort negli ambienti interni

È necessario garantire adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni tramite una delle seguenti condizioni:

Valore di Massa superficiale

Elemento edilizio	M Sup [kg/m ²]	Limite [kg/m ²]	Verifica
PARETE ESTERNA M1	162,00	250,000	SI

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE

Elemento edilizio	YIE [W/m ² K]	Limite [W/m ² K]	Verifica
PARETE ESTERNA M1	0,050	0,090	SI
COPERTURA	0,010	0,160	SI

Verifica temperatura operante

La temperatura operante estiva $\theta_{o,t}$ è stata calcolata con riferimento al periodo 20/6-21/9 e per i locali occupati.

Valori di riferimento

θ_{rm} [°C]: -

θ_{rif} [°C]: -

$$\theta_{rif} = (0.33 \theta_{rm}) + 18.8$$

θ_{rm} = temperatura esterna media mobile giornaliera secondo UNI EN 16798-1

Unità immobiliare – Zona - Locale	Valore * [%]	Limite	Verifica
N.C.	-	-	-

* percentuale del numero di ore di occupazione del locale, in cui la differenza in valore assoluto tra la temperatura operante (in assenza di impianto di raffrescamento) e la temperatura di riferimento è inferiore a 4°C

Come specificato nel par.2.4.2 del D.M. 11-10-2017 queste verifiche sono alternative tra loro.

4 APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO

Nel presente capitolo sono presentate le verifiche che il Decreto 23-06-2022 prescrive nel **paragrafo 2.3.7** relativamente all'**Approvvigionamento energetico** dell'edificio.

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Produzione di energia termica

Indicare la percentuale di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

Acqua Calda Sanitaria 86,80%

Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva 77,30%

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S 767,00 m²

Potenza Elettrica P 51,52 kW

Verifica del criterio

Verifica	QR [%] / Pot [kW]	Limite	Verifica
Copertura acs da fer	86,80	65,000	SI
Copertura totale da fer	72,52	65,000	SI
Potenza elettrica installata	51,52	41,250	SI
Prestazione limite	-	-	-

5 QUALITA' AMBIENTALE INTERNA

Nel presente capitolo sono presentate alcune delle verifiche che il Decreto 23-06-2022 prescrive relativamente alla **Qualità ambientale interna** dell'edificio.

Illuminazione naturale (Decreto 23-06-2022, par.2.4.7)

Verifica illuminamento da luce naturale

Unità immobiliare 01

Verifica: NO

Unità immobiliare – Zona - Locale	lux	Limite	Verifica
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 1 - Limite Superiore	131,96	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 1 - Limite Inferiore	131,96	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - REFETTORIO - Limite Superiore	800,03	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - REFETTORIO - Limite Inferiore	800,03	300,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 2 - Limite Superiore	179,19	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 2 - Limite Inferiore	179,19	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO PERSONALE - Limite Superiore	188,16	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO PERSONALE - Limite Inferiore	188,16	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO - Limite Superiore	128,64	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO - Limite Inferiore	128,64	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO 2 - Limite Superiore	126,90	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO 2 - Limite Inferiore	126,90	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO 3 - Limite Superiore	208,25	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO 3 - Limite Inferiore	208,25	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CELLA FRIGORIFERA - Limite Superiore	0,00	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CELLA FRIGORIFERA - Limite Inferiore	0,00	300,00	NO

Unità immobiliare 01 - Zona 2 - INGRESSO - Limite Superiore	550,11	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - INGRESSO - Limite Inferiore	550,11	300,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - DISPENSA - Limite Superiore	0,00	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - DISPENSA - Limite Inferiore	0,00	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CENTRALE TERMICA - Limite Superiore	0,00	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CENTRALE TERMICA - Limite Inferiore	0,00	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - Ripostiglio - Limite Superiore	0,00	500,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - Ripostiglio - Limite Inferiore	0,00	300,00	NO
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CUCINA-IMPIATTAMENTO - Limite Superiore	590,72	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CUCINA-IMPIATTAMENTO - Limite Inferiore	590,72	300,00	SI

Per qualsiasi destinazione d'uso (escluse quelle per le quali sono vigenti norme specifiche di settore come sale operatorie, sale radiologiche, ecc. ed escluse le scuole materne, gli asili nido e le scuole primarie e secondarie, per le quali sono prescritti livelli di illuminazione naturale superiore) deve essere garantito un illuminamento da luce naturale di almeno 300 lux, verificato almeno nel 50% dei punti di misura all'interno del locale, e di 100 lux, verificato almeno nel 95% dei punti di misura (livello minimo).

Per le scuole primarie e secondarie deve essere garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 300 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio).

Per le scuole materne e gli asili nido deve essere garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 750 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 500 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello ottimale).

Comfort termo-igrometrico (Decreto 23-06-2022, par.2.4.9)

Verifica termo-igrometrica delle strutture

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verifica
PARETE ESTERNA M1	0,783	0,97	-	SI
COPERTURA	0,783	0,96	-	SI

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verifica
PARETE ESTERNA M1	0,11	0,50	Kg/m ²	SI
COPERTURA	0,00	0,50	Kg/m ²	SI

Verifica assenza formazione muffe nei ponti termici

Ponte termico	Verifica
Angolo rientrante	SI
Angolo sporgente	SI
Parete - copertura	SI
Parete - pavimento	SI
Parete - serramento	SI
Parete - serramento 1	SI
Parete esterna con parete esterna diversa	SI

ψ [W/mK] trasmittanza lineica del ponte termico

7 CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI AUTOMAZIONE

Nel presente capitolo sono elencati i sistemi di sistemi di automazione, controllo e monitoraggio finalizzati all'ottenimento di un risparmio energetico per l'edificio e la loro classificazione come definita dalla norma EN ISO 52120-1:2022 e successive modifiche o norma equivalente.



Impianto di riscaldamento	CLASSE	
Controllo di emissione	Controllo di ogni ambiente con comunicazione tra controllori e HBSE/BACS	B
Controllo di emissione per sistemi con attivazione termica delle masse (TABS)		
Regolazione della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)		
Controllo delle pompe di circolazione della rete		
Distribuzione riscaldamento a bilanciamento idronico		
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione		
Controllo del generatore a combustione e teleriscaldamento		
Controllo di generazione per pompe di calore		
Controllo di generazione per unità esterne	Controllo a più stadi della capacità del generatore di calore in base al carico o su richiesta	B
Sequenza di diversi generatori	Priorità basata solo su liste dinamiche (basate sull'efficienza corrente del generatore e capacità di generazione)	B
Controllo dell'accumulatore termico (TES)		

Impianto per acqua calda sanitaria	CLASSE	
Controllo della temperatura di accumulo mediante riscaldatore elettrico integrato o pompa di calore elettrica	Controllo automatico on / off, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo	A
Controllo della temperatura di accumulo dell'acs mediante generatore di calore		
Controllo della temperatura di accumulo mediante collettore		

solare o generatore di calore		
Controllo della pompa di circolazione dell'ACS	Con programmazione oraria	A

Impianto di raffrescamento	CLASSE
Controllo di emissione	
Controllo di emissione per sistemi con attivazione termica delle masse (TABS)	
Regolazione della temperatura dell'acqua fredda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)	
Controllo delle pompe di distribuzione della rete	
Distribuzione raffrescamento a bilanciamento idronico	
Controllo intermittente di emissione e/o distribuzione	
Interconnessione (interlock) tra i sistemi di controllo di emissione e distribuzione degli impianti di risc. e raffr.	
Controllo di diversi generatori per raffrescamento	Controllo a temperatura variabile in funzione della temperatura esterna B
Gestione sequenziale di più generatori	Priorità basata sul carico e sulla potenzialità del generatore B
Controllo dell'accumulatore termico (TES)	

Impianto di ventilazione	CLASSE
Controllo della portata d'aria nei singoli ambienti	Controllo in base alla presenza B
Controllo della temperatura dell'area nei locali (sistemi a tutt'aria)	Controllo ottimizzato A
Controllo della temperatura dell'area nei locali (sistemi misti aria-acqua)	
Controllo della portata d'aria esterna	Controllo a livelli (livello alto/basso) in funzione della presenza (luci accese o rilevatori di presenza) B
Controllo della portata d'aria a livello delle UTA	Controllo multistadio B

Controllo anti-ghiaccio del recuperatore di calore	Con protezione dal gelo	A
Controllo del recuperatore di calore (prevenzione del surriscaldamento)	Con controllo del surriscaldamento nei periodi intermedi ed estivi (p.e. tramite regolazione del bypass)	A
Modalità di funzionamento in "free cooling"		
Controllo della temperatura dell'aria d'immissione	Set point variabile con compensazione della temperatura esterna	B
Controllo dell'umidità	Controllo diretto dell'umidità	A

Impianto di illuminazione	CLASSE
Regolazione in base alla presenza	Rilevazione automatica - Accensione automatica
Regolazione in base alla luce diurna	

Schermature esterne	CLASSE
Controllo delle schermature solari	

TBM sistemi di gestione tecnica degli edifici	CLASSE
Gestione del setpoint	
Gestione del tempo di esecuzione	
Rilevamento dei guasti di sistemi tecnici di costruzione e supporto alla diagnosi dei guasti	
Report dei consumi energetici e delle condizioni interne	Analisi dei trend e valutazione dei consumi
Produzione locale di energia e energie rinnovabili	Coordinamento delle FER locali e della cogenerazione in relazione al profilo della domanda energetica locale, compresa la gestione

	dell'accumulo di energia; ottimizzazione del proprio consumo	
Recupero del calore residuo e trasferimento del calore		
Integrazione Smart Grid		

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

1. SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. CENNI LEGISLATIVI.....	2
3. OBIETTIVI DELLA STAZIONE APPALTANTE	4
4. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI.....	7
5. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI	12
6. SPECIFICHE DEL CANTIERE.....	14

ALLEGATI

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda la verifica dei criteri ambientali minimi (CAM) per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici secondo quanto previsto Decreto n. 256 del 23 giugno 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.183 del 6 agosto ed entrato in vigore a partire dal 4 dicembre 2022. In particolare, tale analisi riguarda le lavorazioni inerenti la realizzazione del nuovo edificio destinato a mensa scolastica per l'Istituto comprensivo Alessandro Manzoni sito in Ornago (MB). Per quanto riguarda la componente impiantistica e di prestazione energetica, si rimanda alle specifiche relazioni che contengono tali delucidazioni.

I CAM specificano i requisiti ambientali che l'opera deve avere e si vanno ad aggiungere alle prescrizioni e prestazioni già in uso, non sostituiscono per intero quelli normalmente presenti in un capitolato tecnico.

L'obiettivo è quello di indirizzare la Pubblica Amministrazione verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti da un punto di vista di sostenibilità ambientale, assicurando prestazioni ambientali al di sopra della media del settore.

La presente relazione si sviluppa secondo i punti previsti dalla vigente normativa sopra richiamata.

2. CENNI LEGISLATIVI

Si riporta di seguito un cenno dello sviluppo normativo legato ai CAM, che ha portato alla definizione di quello che è il Decreto n. 256 del 23 giugno 2022 e che va di fatto ad abrogare i precedenti CAM edilizia contenuti nel Decreto 11 ottobre 2017.

- Decreto interministeriale 11/4/2008, di approvazione del «Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione» (PAN GPP)»
- D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 115 “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all’efficienza degli usi finali dell’energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE”.
- D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”. x Legge 14 gennaio 2013, n. 10. “Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani”.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

- Decreto 10/4/2013 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di approvazione della Revisione 2013 del «Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione»;
- Decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale".
- D.Lgs. 4 luglio 2014 n.102 "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE".
- COM(2014) 445 final "Opportunità per migliorare l'efficienza delle Risorse nell'edilizia".
- Decreto Legge 63/2013 convertito in Legge n.90/2013 e relativi decreti attuativi tra cui il decreto interministeriale del 26 giugno 2015 del Ministro dello sviluppo economico di concerto con i Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, delle infrastrutture e dei trasporti, della salute e della difesa, "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", ai sensi

dell'articolo articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, con relativi allegati 1

- Nel D.M. 11/1/2017, in considerazione delle innovazioni tecnologiche, commerciali e, soprattutto, dell'entrata in vigore del nuovo Codice appalti (d.lgs 50/2016), sono stati aggiornati i criteri ambientali minimi, i cosiddetti CAM.
- D.Lgs. 19/4/2017, n. 56 recante «Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50» cfr. art. 23 che, sostituendo i commi 2 e 3 dell'art. 34 del citato decreto legislativo n. 50/2016, ha previsto che il Ministero indichi criteri per rendere più flessibile l'obbligo di applicazione dei criteri ambientali minimi, in relazione alla tipologia e alla localizzazione dell'intervento da realizzare;
- Decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11/1/2017 (Gazzetta Ufficiale n. 23 del 28/1/2017), recante «Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili» cfr. allegato 2;

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

- Il D.M. 11/10/2017 prevede che, per l'affidamento di servizi di progettazione e la realizzazione di lavori di ristrutturazione e nuova costruzione, le Pubbliche Amministrazioni dovranno adottare i nuovi criteri ambientali minimi (CAM) contenuti in allegato al decreto 11 ottobre 2017.

Il 4 dicembre 2022 è entrato in vigore il Decreto n. 256 del 23 giugno 2022 del Ministero della transizione ecologica che disciplina i criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

3. OBIETTIVI DELLA STAZIONE APPALTANTE

La scelta dei criteri contenuti nel documento si basa sui principi e i modelli di sviluppo dell'economia circolare, in sintonia con i più recenti atti di indirizzo comunitari, tra i quali la comunicazione COM (2020) 98 "Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare. Per un'Europa più pulita e più competitiva".

L'utilizzazione dei CAM definiti in questo documento consente alla Stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di ristrutturazione e manutenzione degli edifici finalizzati all'efficientamento energetico, considerati in un'ottica di ciclo di vita. In particolare, l'obiettivo principale è quello di contenere il consumo di suolo, l'impermeabilizzazione del suolo, la perdita di habitat, la distruzione di paesaggio agrario, la perdita di suoli agricoli produttivi, tutelando al contempo la salute ed effettuando una valutazione costi-benefici in ottica di ciclo di vita al fine di valutare la convenienza ambientale tra il recupero e la demolizione.

La progettazione si è sviluppata tenendo conto dell'insieme dei vincoli da rispettare e, in quell'ambito, è stata ottimizzata nei confronti di una serie di obiettivi:

- prevenzione dell'impatto ambientale per evitare forme di compromissione permanenti alle componenti ambientali;
- riduzione dei fattori di rischio attraverso l'adozione di metodologie costruttive di salvaguardia ambientale per ridurre al minimo ogni eventuale interferenza sul territorio e nel paesaggio;
- qualità e affidabilità: scelta di standard progettuali qualitativi per i materiali e le tecnologie costruttive;
- economicità di costruzione: localizzazione delle opere, l'agibilità delle aree di lavoro, la minimizzazione delle interferenze tecnologiche;

- economicità di gestione e manutenzione: gestione e accessibilità alle opere per interventi di manutenzione.

La ditta in fase di esecuzione è tenuta a rispettare le prescrizioni previste negli elaborati sopra citati per gli impianti installati affinché vengano mantenuti i limiti di consumo e la classe energetica di apparati, componenti e sistemi in essi riportati.

Nel caso sia prevista la possibilità di dimostrare la conformità presentando rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, la ditta è tenuta a dimostrare che essi siano in corso di validità e che siano accompagnati da una dichiarazione del Legale rappresentante dell'azienda che attesti la corrispondenza del prodotto consegnato con quello provato in laboratorio. Ove, nella verifica dei singoli criteri, sia prevista la possibilità di dimostrare la conformità presentando una certificazione di prodotto essa riporta, qualora previsto, il logo di Accredia (o Ente analogo di altro Stato membro EU), il logo dell'Ente di certificazione ed eventuale marchio UNI, il codice di registrazione, il tipo di prodotto oggetto della fornitura, la data di rilascio e di scadenza.

4. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI DI LIVELLO TERRITORIALE URBANISTICO

INSERIMENTO NATURALISTICO E PAESAGGISTICO

Il progetto si inserisce in un contesto già edificato, all'interno del lotto che attualmente ospita la scuola primaria e la scuola secondaria di primo grado. La nuova costruzione non andrà pertanto ad intaccare habitat naturali esistenti e non sarà impattante dal punto di vista naturalistico e paesaggistico.

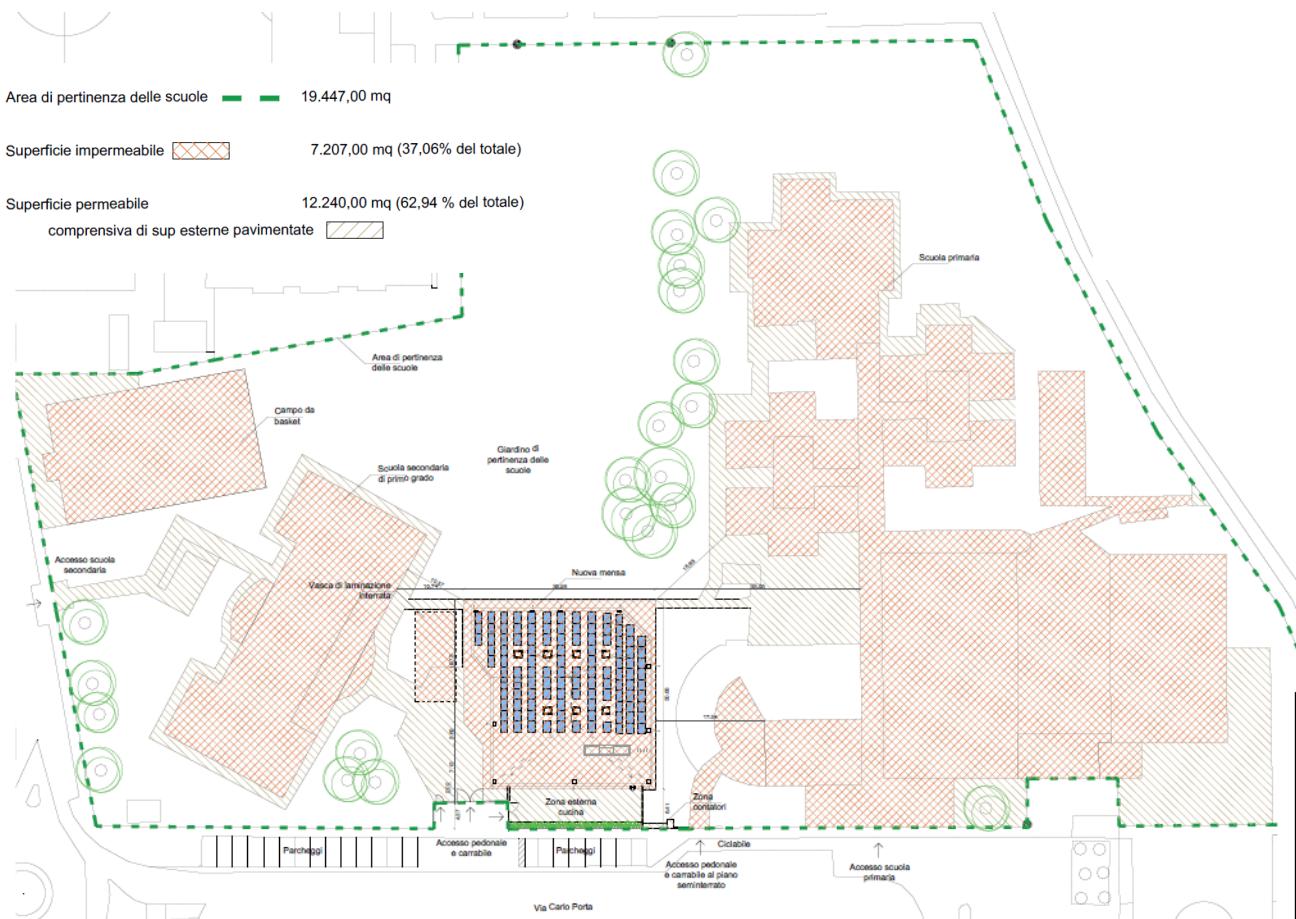
PERMEABILITÀ DELLA SUPERFICE TERRITORIALE

La nuova costruzione si inserisce nel lotto della Scuole Primaria e Secondaria di primo grado.

Considerando l'intero lotto scolastico, l'estensione delle superfici permeabili (superficie a verde e superfici esterne pavimentate ad uso pedonale) è superiore al 60% come da normativa.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Di seguito si riporta estratto della planimetria generale con indicazioni delle superfici considerate:



Estratto Tav.A.04 _pln gen

RIDUZIONE DELL'EFFETTO "ISOLA DI CALORE ESTIVA" E DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Come specificato nel punto precedente, il progetto di nuova costruzione prevede una superficie da destinare a verde pari ad almeno il 60% della superficie permeabile del lotto.

Le nuove superfici pavimentate esterne verranno realizzate con pavimentazione monolitica in cemento stampato altamente performante del tipo "Deco Hardener" di Isoplasm.

L'unica zona destinata a stazionamento di veicoli sarà quella fronte strada, adiacente ai locali cucina. Lo spazio è pensato per l'accesso dei mezzi che trasporteranno le derrate alimentari ed ogni materiale necessario al funzionamento del servizio di ristorazione.

Quest'area, oltre alla sosta dei veicoli, è destinata al deposito dei bidoni dello spoglio, e permette di gestire agevolmente anche la componente relativa allo smaltimento dei rifiuti.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Verso il lato strada è stata mantenuta una fascia a verde, per la piantumazione di una siepe, che offrirà anche riparo visivo ai locali di servizio. La superficie totale dell'area è pari a 141,80 mq, di cui 17,04 mq a verde (12% del totale).

La superficie di copertura della mensa verrà realizzata con una membrana impermeabile antifrattura "aquastop green" con aggiunta di strato di malta cementizia bicomponente elastica e sovrastante pavimentazione in gres porcellanato antiscivolo (R11C) e ingelivo.

INFRASTRUTTURA PRIMARIA

È prevista la realizzazione di una vasca di laminazione delle acque piovane, con possibilità di riutilizzo dell'acqua per i servizi igienici, tramite un serbatoio di accumulo situato all'interno del locale tecnico.

Per le specifiche relative al progetto si faccia riferimento agli elaborati dell'impianto meccanico.

RISPARMIO IDRICO

Il progetto prevede l'impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi e a basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.

Per le specifiche relative al progetto si faccia riferimento agli elaborati dell'impianto meccanico.

5. SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI

Devono essere adottate strategie progettuali e tecniche idonee a prevenire e a ridurre la concentrazione di gas radon all'interno degli edifici. Il livello massimo di riferimento, espresso in termini di valore medio annuo della concentrazione di radon è di 200 Bq/m³.

È previsto un sistema di misurazione con le modalità di cui all'allegato II sezione I del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, effettuato da servizi di dosimetria riconosciuti ai sensi dell'articolo 155 del medesimo decreto, secondo le modalità indicate nell'allegato II, che rilasciano una relazione tecnica con i contenuti previsti dall'allegato II del medesimo

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

decreto. Le strategie, compresi i metodi e gli strumenti, rispettano quanto stabilito dal Piano nazionale d'azione per il radon, di cui all' articolo 10 comma 1 del decreto dinanzi citato.

BENESSERE TERMICO

È garantito il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti), come desumibile da quanto riportato nell'elaborato *Verifica benessere termico* allegato alla presente relazione.

ILLUMINAZIONE NATURALE

La normativa chiede che per i progetti di nuova costruzione vengano rispettati dei livelli di dotazione e distribuzione minima dell'illuminazione naturale all'interno dei locali regolarmente occupati (in cui sia previsto che almeno un occupante svolga mediamente attività di tipo lavorativo ovvero e/o residenziale per almeno un'ora al giorno) come di seguito indicato.

Per le scuole primarie e secondarie deve essere garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 300 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio).

Di seguito si riporta tabella riepilogativa dei valori misurati:

Unità immobiliare – Zona - Locale	lux	Limite	Verifica
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 1 - Limite Superiore	131,96	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 1 - Limite Inferiore	131,96	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - REFETTORIO - Limite Superiore	800,03	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - REFETTORIO - Limite Inferiore	800,03	300,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 2 - Limite Superiore	179,19	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 1 - BAGNO 2 - Limite Inferiore	179,19	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO PERSONALE - Limite Superiore	188,16	500,00	*

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO PERSONALE - Limite Inferiore	188,16	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO - Limite Superiore	128,64	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO - Limite Inferiore	128,64	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO 2 - Limite Superiore	126,90	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - SPOGLIATOIO 2 - Limite Inferiore	126,90	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO 3 - Limite Superiore	208,25	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - BAGNO 3 - Limite Inferiore	208,25	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CELLA FRIGORIFERA - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CELLA FRIGORIFERA - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - INGRESSO - Limite Superiore	550,11	500,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - INGRESSO - Limite Inferiore	550,11	300,00	SI
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - DISPENSA - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - DISPENSA - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CENTRALE TERMICA - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CENTRALE TERMICA - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - Ripostiglio - Limite Superiore	0,00	500,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - Ripostiglio - Limite Inferiore	0,00	300,00	*
Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CUCINA-IMPIATTAMENTO - Limite Superiore	590,72	500,00	SI

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Unità immobiliare 01 - Zona 2 - CUCINA-IMPIATTAMENTO - Limite Inferiore	590,72	300,00	SI
--	--------	--------	----

* Locale non destinato alla presenza continuativa degli occupanti.

DISASSEMBLAGGIO E FINE VITA

La presente relazione fornisce un'introduzione alle tematiche relative al disassemblaggio e fine vita, nel rispetto degli obiettivi ambientali richiesti dal principio Do Not Significant Harm (DNSH) necessario per tutti i progetti finanziati dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e dei CAM criterio 2.4.14 "Disassemblaggio e fine vita", fornendo al committente delle opere delle indicazioni preliminari di disassemblaggio sulla base del progetto commissionato.

Il piano di disassemblaggio dovrà essere aggiornato dall'appaltatore con le specifiche relative ai materiali impiegati, fatti salvi i presenti contenuti minimi.

La richiesta dei Criteri Ambientali Minimi prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati in progetto (esclusi impianti) deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile.

La massimizzazione della differenziazione dei rifiuti derivanti dalle operazioni di demolizione dell'opera si ottengono con il sistema della demolizione selettiva.

Si possono individuare le seguenti categorie di materiali riutilizzabili a seguito di procedura di demolizione selettiva:

1. materiali riutilizzabili con la stessa funzione in altri luoghi (come ad esempio le finestre, porte –RIUSO);
2. materiali riutilizzabili il cui smontaggio comporta un nuovo utilizzo con funzioni diverse da quella originale – RIUSO;
3. frazioni monomateriali reimpiegabili come materiale uguale a quello d'origine dopo processi di trattamento – RECUPERO E RICICLAGGIO;
4. frazioni monomateriali reimpiegabili in materie prime secondarie diverse dal materiale d'origine per forma e funzione, reimpiegabili dopo processi di trattamento – RECUPERO E RICICLAGGIO;
5. frazioni plurimateriali reimpiegabili in materie prime secondarie diverse dal materiale d'origine per forma e funzione, reimpiegabili dopo processi di trattamento – RECUPERO E RICICLAGGIO.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva riportante, per i componenti edilizi e gli elementi prefabbricati utilizzati in progetto, i quantitativi in peso e la rispettiva percentuale di riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero a fine vita.

Elemento	Volume (mc) o Superficie (mq)	Peso specifico (kg/u.i.)	Peso elemento (kg)	Disassemblabilità (%)	Totale disassemblabilità in peso (kg)	Modalità di recupero	Recupero/Riciclo (%)	Totale recupero in peso (kg)
CALCESTRUZZO STRUTTURALE								
Platea fondazione	249,23 mc	2400	598152,00	70,00%	418706,40	Riciclo	90,00%	376835,76
Elevazioni (pilastri e travi)	91,71 mc	2400	220104,00	70,00%	154072,80	Riciclo	90,00%	138665,52
Vasca laminazione	39,45 mc	2400	94680,00	70,00%	66276,00	Riciclo	90,00%	59648,40
CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE								
Magrone plantea + vasca laminazione	90,40 mc	2200	198880,00	80,00%	159104,00	Riciclo	90,00%	143193,60
ACCIAIO STRUTTURALE								
Rete eletrosaldata			19472,33	95,00%	18498,71	Riciclo	70,00%	12949,10
Acciaio - barre nervate			17667,58	95,00%	16784,20	Riciclo	70,00%	11748,94
SOLAI								
Solaio predalles sp 20 cm	35,28 mq	300	10584,00	70,00%	7408,80	Riciclo	90,00%	6667,92
Solaio predalles sp 26 cm	138,32 mq	383	52976,56	70,00%	37083,59	Riciclo	90,00%	33375,23
Solaio predalles sp 30 cm	94,25 mq	417	39302,25	70,00%	27511,58	Riciclo	90,00%	24760,42
Solaio predalles sp 45 cm	548,45 mq	525	287936,25	70,00%	201555,38	Riciclo	90,00%	181399,84
MURATURE								
Blocchi in conglomerato cementizio sp 15 cm	48,02 mq	180	8643,60	70,00%	6050,52	Riciclo	90,00%	5445,47
Blocchi in conglomerato cementizio sp 20 cm	73,13 mq	240	17551,20	70,00%	12285,84	Riciclo	90,00%	11057,26
ACCIAIO E LEGHE METALLICHE								
Canali di gronda, scossaline	86,64 mq	4,08	353,49	98,00%	346,42	Riciclo	90,00%	311,78
Cancello			115,20	100,00%	115,20	Riciclo	90,00%	103,68
Ringhiera metallica	9,10 mq	30	273,00	100,00%	273,00	Riciclo	90,00%	245,70
OPERE IN CARTONGESSO								
Parete perimetrale	306,63 mq	55	16864,65	100,00%	16864,65	Riciclo	100,00%	16864,65
Divisori interni REI in cartongesso	122,30 mq	44	5381,20	100,00%	5381,20	Riciclo	100,00%	5381,20
Divisori interni cartongesso	250,33 mq	34	8511,22	100,00%	8511,22	Riciclo	100,00%	8511,22
Controsoffitto	674,71 mq	2,4	1619,30	100,00%	1619,30	Riciclo	100,00%	1619,30
MATERIALI PLASTICI								
Vespaio sp 25 cm	717,25 mq	7	5020,75	70,00%	3514,53	Riciclo	30,00%	1054,36
ISOLANTI								
Isolamento fondazioni in lana di vetro sp 83 mm	66,00 mq	12,45	821,70	70,00%	575,19	Riciclo	100,00%	575,19
Isolamento a pavimento in EPS sp 15 cm	717,25 mq	4,5	3227,63	70,00%	2259,34	Riciclo	100,00%	2259,34
Isolamento poliuretano espanso sp 14 cm	771,30 mq	4,2	3239,46	70,00%	2267,62	Riciclo	100,00%	2267,62
Isolamento lana di roccia sp 6 cm _ divisori interni	250,33 mq	5,4	1351,78	70,00%	946,25	Riciclo	100,00%	946,25
Cappotto lana di vetro sp 15 cm	208,43 mq	22,5	4689,68	70,00%	3282,77	Riciclo	100,00%	3282,77
IMPERMEABILIZZAZIONI								
Barriera al vapore	771,30 mq	2	1542,60	60,00%	925,56	Riciclo	95,00%	879,28
Barriera anti radon	717,25 mq	4	2869,00	0,00%	0,00	Riciclo	0,00%	0,00
Guaina impermeabilizzante vespaio	830,76 mq	2	1661,52	0,00%	0,00	Riciclo	0,00%	0,00
Guaina copertura	834,66 mq	5,4	4507,16	0,00%	0,00	Riciclo	0,00%	0,00
RIVESTIMENTI E FINITURE								
Pavimentazione in PVC	534,47 mq	2	1068,94	60,00%	641,36	Riciclo	90,00%	577,23
Pavimentazione in gres	169,55 mq	20	3391,00	50,00%	1695,50	Riciclo	30,00%	508,65
Rivestimento in gres	216,80 mq	20	4336,00	50,00%	2168,00	Riciclo	30,00%	650,40
Pareti in HPL	57,36 mq	6,5	372,84	100,00%	372,84	Recupero	100,00%	372,84
Cordoli in cemento 6x25	125,00 ml	35	4375,00	100,00%	4375,00	Recupero	100,00%	4375,00
Autobloccanti	200,00 mq	175	35000,00	100,00%	35000,00	Recupero	100,00%	35000,00
MATERIALI LAPIDEI								
Botticino	0,17 mc	2680	466,32	90,00%	419,69	Recupero	95,00%	398,70
SERRAMENTI INTERNI								
Falso telaio porta scorrevole 80x210	6,00 n	38	228,00	100,00%	228,00	Recupero/Riciclo	100,00%	228,00
Falso telaio porta scorrevole 90x210	1,00 n	42	42,00	100,00%	42,00	Recupero/Riciclo	100,00%	42,00
Porte interne 80x210	8,00 n	18,48	147,84	100,00%	147,84	Recupero/Riciclo	100,00%	147,84

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Porte metalliche serrate	0,0000	0,0000	100,0000	100,0000	100,0000	Recupero/Riciclo	100,0000	100,0000
SERRAMENTI ESTERNI								
Lucernario in plastica 100x100	7,00	n	55	385,00	100,00%	385,00	Recupero/Riciclo	100,00%
Controtelai	178,00	ml	5	890,00	100,00%	890,00	Recupero/Riciclo	100,00%
Telaio in alluminio	286,40	ml	1,5	429,60	100,00%	429,60	Recupero/Riciclo	100,00%
Vetrecamera	88,29	mq	30	2648,70	100,00%	2648,70	Recupero/Riciclo	100,00%
Porte in ferro	4,32	mq	20	86,40	100,00%	86,40	Recupero/Riciclo	100,00%
Porte REI 90x210	2,00	n	37,8	75,60	100,00%	75,60	Recupero/Riciclo	100,00%
SOTTOFONDI E MASSETTI								
Alleggerito a pavimento sp 10 cm	681,39	mq	120	81766,80	80,00%	65413,44	Riciclo	90,00%
Massetto pavimento sp 5 cm	681,39	mq	110	74952,90	80,00%	59962,32	Riciclo	90,00%
Massetto pendenze sp 8 cm	771,30	mq	176	135748,80	80,00%	108599,04	Riciclo	90,00%
Massetto basamento VMC sp 15 cm	11,84	mq	330	3907,20	80,00%	3125,76	Riciclo	90,00%
				TOTALE KG		TOTALE KG		TOTALE KG
				1978318,05		1458926,16		1310256,26
					pari al	73,75%	pari al	89,81%
					del peso totale dell'edificio		del peso disassemblato	

Come è evidente dalla tabella almeno il 70% peso/peso dei componenti edili e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, è sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

6. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILI

I criteri contenuti in questo capitolo sono obbligatori in base a quanto previsto dall'art 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i. Nel capitolato speciale di appalto del progetto esecutivo sono riportate le specifiche tecniche e i relativi mezzi di prova.

ANALISI DEL CONTESTO, E DEI FABBISOGNI

La stazione appaltante dovrà realizzare un'attenta analisi delle proprie esigenze e della eventuale disponibilità di edifici, al fine di contenere il consumo di suolo e favorirne la permeabilità, contrastare la perdita di habitat, di suoli agricoli produttivi e la distruzione di paesaggio agrario con conseguente riduzione della biodiversità, in particolare in contesti territoriali caratterizzati da elementi naturali di pregio.

CALCESTRUZZI CONFEZIONATI IN CANTIERE E PRECONFEZIONATI

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati dovranno avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotto, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

ACCIAIO

Per gli usi strutturali deve essere utilizzato un acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotto, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

LATERIZI

I laterizi usati per muratura e solai dovranno avere un contenuto di materie riciclate di almeno il 15% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 10% sul peso del prodotto.

ISOLANTI TERMICI E ACUSTICI

I materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio, esclusi, quindi, quelli usati per l'isolamento degli impianti, dovranno possedere la marcatura CE, grazie all'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. Si riporta di seguito la tabella riepilogativa del contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato per ciascuna tipologia.

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
Cellulosa (Gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi").	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	60%
Fibre in poliestere ⁷	50% (per gli isolanti composti da fibre di poliestere e materiale rinnovabile, tale percentuale minima può essere del 20% se il contenuto di materiale da fonte rinnovabile è almeno pari all'85% del peso totale del prodotto. Secondo la norma UNI EN ISO 14021 i materiali rinnovabili sono composti da biomasse provenienti da una fonte vivente e che può essere continuamente reintegrata.)
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15%
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10%
Poliuretano espanso rigido	2%
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%
Fibre tessili	60%

TRAMEZZATURE, CONTROPARETI PERIMETRALI E CONTROSOFFITTI

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Le tramezzature, le contropareti perimetrali e i controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, hanno un contenuto di almeno il 10% (5% in caso di prodotti a base gesso) in peso di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotti.

PAVIMENTAZIONI

Le pavimentazioni costituite da gomma, devono avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 10% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Le pavimentazioni non devono essere prodotte utilizzando ritardanti di fiamma che siano classificati pericolosi ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.

TUBAZIONI IN PVC E POLIPROPILENE

Le tubazioni in PVC e polipropilene sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

PITTURE E VERNICI

Il progetto prevede l'utilizzo di pitture e vernici che rispondono ad uno o più dei seguenti requisiti:

- l'utilizzo di prodotti recanti il Marchio Ecolabel UE.
- rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati, con evidenza delle concentrazioni dei singoli metalli pesanti sulla vernice secca.
- dichiarazione del legale rappresentante, con allegato un fascicolo tecnico con evidenza del nome commerciale della vernice e relativa lista delle sostanze o miscele usate per preparare la stessa (pericolose o non pericolose e senza indicarne la percentuale).

7. SPECIFICHE DEL CANTIERE

DEMOLIZIONI E RIMOZIONI DEI MATERIALI

Prima di eseguire le demolizioni previste, l'impresa deve effettuare una verifica per determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato, presentando specifica relazione, secondo i seguenti criteri:

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento più o meno specialistico o emissioni che possano sorgere durante la demolizione;
- stima delle quantità da demolire con ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- stima della percentuale di riutilizzo e di potenziale riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- stima della percentuale potenzialmente raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

PRESTAZIONI AMBIENTALI

L'impresa durante le attività di cantiere è tenuta garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato);
- gli impatti sul clima non minimizzabili che derivano dalle emissioni dei gas di scarico del trasporto e mezzi di cantiere saranno compensati con lo sviluppo di progetti CDM (Clean Development Mechanism) e/o JI (Joint Implementation), ovvero eventuale partecipazione a un carbon fund.

Per impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, ecc, dovranno essere attuate le seguenti azioni a tutela del suolo:

- accantonamento in situ e successivo riutilizzo dell'eventuale scotto del terreno vegetale per una profondità di 60 cm;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisori di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima del convogliamento verso i recapiti idrici finali.

Al fine di ridurre i rischi ambientali, l'impresa è tenuta a produrre una relazione tecnica contenente anche l'individuazione puntuale delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie di lavorazione.

La relazione tecnica dovrà inoltre contenere:

- le misure adottate per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere;
- le misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere e per realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

demolizione (C&D);

- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti;
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni; dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo,, ecc., e l'eventuale installazione di schermature/ coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni supersilenzianti;
- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e il riciclaggio degli imballaggi.

PERSONALE DI CANTIERE

Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri. La ditta dovrà allegare, alla domanda di partecipazione alla gara, una dichiarazione di impegno a presentare idonea documentazione attestante la formazione del personale con compiti di coordinamento, quale ad esempio curriculum, diplomi, attestati, da cui risulti che il personale ha partecipato ad attività formative inerenti ai temi elencati nel criterio.

In particolare, il personale impiegato dovrà essere a conoscenza di:

- sistema di gestione ambientale;
- gestione delle acque;
- gestione dei rifiuti.

MACCHINE OPERATRICI

L'aggiudicatario si impegna a impiegare motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**GRASSI E OLI LUBRIFICANTI**

Le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti dopo l'utilizzo dovranno essere recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento:

- Grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei veicoli.

Al fine di una maggiore completezza della presente relazione si riporta di seguito un riepilogo dei criteri da rispettare per il presente progetto e le relative verifiche. La presente tabella fa riferimento a quanto indicato nell'Allegato 1 del DM 06.08.2022.

CRITERIO	VERIFICA
Inserimento naturalistico e paesaggistico	Il progetto di interventi di nuova costruzione garantisce la conservazione degli habitat presenti nell'area di intervento quali ad esempio torrenti e fossi. Il progetto non influisce in alcun modo sull'habitat presente nell'area in quanto trattasi di area già destinata ad attività scolastica all'interno della quale si inserisce la nuova struttura dedicata a mensa scolastica.
Permeabilità della superficie territoriale	Si veda il rispetto di quanto previsto dalla normativa regionale relativa all'invarianza idraulica. Si veda Relazione tecnica di invarianza idraulica La superficie permeabile del lotto delle scuole risulta essere superiore al 60%
Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico	Per le coperture degli edifici (ad esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi), è previsto un indice SRI di almeno 76 in considerazione della pendenza minore del 15%
Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo	Il progetto prevede la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali secondo quanto

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

	definito dalla norma regionale relativa all'invarianza idraulico. A tal proposito è stata prevista una vasca di laminazione interrata di un volume utile di 130 mc.
Approvvigionamento energetico	Trattandosi di nuova realizzazione, il fabbisogno energetico complessivo dell'edificio è soddisfatto, per quanto possibile, da impianti alimentati da fonti rinnovabili che producono energia in loco o nelle vicinanze. Nel caso del progetto presentato sono previsti l'installazione del sistema a pompa di calore e l'impianto fotovoltaico per l'approvvigionamento elettrico.
Prestazione energetica	Si rimanda alla relazione specialistica ex Legge 10 per gli approfondimenti del caso.
Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento	Per quanto concerne la manutenzione degli impianti si rimanda al relativo piano di manutenzione parte integrante del presente progetto. Gli impianti in copertura sono ispezionabili grazie alla realizzazione dei dispositivi della linea vita che consentono la loro manutenzione in sicurezza. Gli altri impianti sono facilmente accessibili dagli operatori. Si vedano Piano di manutenzione dell'opera componente elettrica, Piano di manutenzione dell'opera componente meccanica
Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria	Il progetto rispetta i requisiti di aerazione diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone. Viene inoltre prevista la realizzazione dell'impianti di ventilazione meccanica con riferimento alla normativa vigente. Sono garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 16798, in base alla quale, così come riportato nella relazione specialistica degli impianti meccanici, si è considerato <ul style="list-style-type: none"> - Livello di Edificio : LPB1- Edificio ad emissione di inquinanti indoor molto bassa - Occupante: Non – Adapted (livello di occupazione Discontinuo) Applicazione Non Residenziale - Classe di Qualità : IEQ₁ -Alto - Tasso di Ventilazione: Metodo 1 – Qualità dell'aria percepita, ricavata tramite la formula:

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

	$Q_{tot}=n \times q_p + AR \times q_B$ <p>Dove q_p è stato ricavato dalla tabella B.6 per la Categoria II (7l/s per persona), mentre q_B (0,35 l/s x mq) è stato ricavato dalla tabella B.7 sempre per la Categoria II per Edificio LPB1.</p> <p>Per ulteriori aspetti si rimanda alla relazione specialistica impianti meccanici</p>
Benessere termico	<p>Le soluzioni adottate dal punto di vista dell'isolamento termico, della scelta degli infissi e delle componenti tecnologiche garantiscono il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV e di PPD oltre che di verifica di assenza di discomfort locale</p> <p>Si veda Relazione di calcolo, Tavola Abaco infissi, Tavole dei dettagli costruttivi.</p>
Illuminazione naturale	<p>E' garantito un illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux almeno nel 50% dei punti di misura all'interno del locale e di 300 lux, verificato almeno nel 95% dei punti di misura. Per il calcolo e la verifica dei parametri indicati si applica la norma UNI EN 17037.</p>
Dispositivi di ombreggiamento	<p>È garantito il controllo dell'immissione di radiazione solare diretta nell'ambiente interno attraverso adeguate prestazioni della componente vetrata.</p> <p>Si veda Relazione di calcolo</p>
Tenuta all'aria	<p>Si rimanda alla relazione ex Legge 10 che specifica il rispetto del criterio attraverso la verifica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti - assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale <p>La norma di riferimento per i valori è la UNI EN ISO 9972</p>
Prestazioni e comfort acustici	<p>Si rimanda alla specifica relazione della componente acustica.</p>
Radon	<p>Al fine di prevenire e a ridurre la concentrazione di gas radon all'interno dell'edificio è stata prevista la realizzazione di un vespaio areato con relativa guaina di protezione.</p>

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

	<p>Si vedano elaborati grafici per dettagli costruttivi, oltre che Computo metrico per voce da prezzario.</p>
Piano di manutenzione dell'opera	<p>Il progetto è dotato di Piano di Manutenzione dell'opera sia per la componente architettonica sia per quelle impiantistiche</p> <p>Si veda Piano di manutenzione dell'opera componente edile, Piano di manutenzione dell'opera componente elettrica, Piano di manutenzione dell'opera componente meccanica</p>
Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)	<p>Per i seguenti materiali vige il rispetto delle prescrizioni sui limiti di emissione:</p> <ul style="list-style-type: none">- pitture e vernici per interni;- pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica), incluso le resine liquide;- adesivi e sigillanti;- rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);- pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);- controsoffitti;- schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento <p>I materiali utilizzati rispettano i valori di emissioni secondo la norma UNI EN 16516 e UNI EN ISO 16000-9</p> <p>Si vedano elaborati grafici per soluzioni stratigrafiche di dettaglio. Si veda inoltre Computo metrico estimativo e Capitolato speciale d'appalto Capo II</p>
Rinterri e riempimenti	<p>Il progetto prescrive il riutilizzo di parte del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno conformi ai parametri della norma UNI 11531-1.</p> <p>Si veda Computo metrico estimativo per la componenti delle quantità e tipologia di scavo oltre che Tavole di Confronto.</p>

Nola, 21.05.2025

I progettisti

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**VERIFICA BENESSERE TERMICO****CALCOLO PMV**

Il presente capitolo comprende la valutazione del comfort termoigrometrico globale in termini di PMV e PPD.

Simboli e abbreviazioni

Simbol o	Descrizione	Unità di misura
PMV	Voto Medio Previsto	-
PPD	Percentuale Prevista Insoddisfatti	%
M	Metabolismo energetico	W/m ² oppure met
W	Potenza meccanica efficace	W/m ² oppure met
I_{cl}	Isolamento termico dell'abbigliamento	m ² ·K/W oppure clo
f_{cl}	Coefficiente di area dell'abbigliamento	m ² ·K/W
t_a	Temperatura dell'aria	°C
t_r	Temperatura media radiante	°C
V_{ar}	Velocità relativa dell'aria	m/s
U_r	Umidità relativa	%
p_a	Pressione parziale del vapor d'acqua	Pa
h_c	Coefficiente di scambio termico convettivo	W/m ² ·K
t_{cl}	Temperatura superficiale dell'abbigliamento	°C
h_r	Coefficiente di scambio termico radiante	W/m ² ·K
t_o	Temperatura operativa	°C
DR	Rischio correnti d'aria - Percentuale di insoddisfatti	%
$t_{a,l}$	Temperatura locale dell'aria	°C
$V_{a,l}$	Velocità media locale dell'aria	m/s
T_u	Intensità locale di turbolenza	%
PD	Percentuale insoddisfatti	%
$\Delta T_{a,v}$	Differenza verticale della temperatura dell'aria	°C
T_f	Temperatura pavimento	°C
ΔT_{pr}	Asimmetria radiante	°C

Valutazione globale: determinazione del PMV e del PPD

Per la determinazione del comfort globale del corpo umano si calcolano PMV e PPD in base al

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

modello di Fanger su cui si basa la UNI EN ISO 7730.

Il PMV prevede il valore medio dei voti sulla sensazione di comfort dati da un gran numero di soggetti per un certo ambiente e si calcola attraverso le equazioni seguenti.

$$\text{PMV} = [0,303 \times \exp(-0,036 \times M) + 0,028] \times$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (M - W) - \text{a)} 3,05 \times 10^{-3} \times [5733 - 6,99 \times (M - W) - p_a] - \text{b)} 0,42 \times [(M - W) - 58,15] \\ \text{c)} -1,7 \times 10^{-5} \times M \times (5867 - p_a) - \text{d)} -0,0014 \times M \times (34 - t_a) \\ \text{e)} -3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - \text{f)} f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a) \end{array} \right\} \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \times (M - W) -$$

$$-I_{cl} \times \{3,96 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] \times f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - t_a)\} \quad (2)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{per } 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} & \text{per } 2,38 \times |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \times \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{per } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \times \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{per } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \times \text{K/W} \end{cases} \quad (4)$$

Per il calcolo di t_{cl} e h_c , che sono variabili dipendenti l'una dall'altra, si utilizza un algoritmo iterativo che si ferma quando trova una condizione di equilibrio/convergenza sul valore di t_{cl} . L'equazione (1) rappresenta il bilancio termico tra corpo umano e ambiente: alla potenza generata dall'attività metabolica (M) vengono sottratte le varie componenti disperse dal corpo umano: potenza meccanica per lavoro (W), potenza termica dispersa per sudorazione e traspirazione **a)** e **b)**, potenza termica dispersa nella respirazione **c)** e **d)**, potenza termica scambiate per irraggiamento **e)**, potenza scambiata per convezione **f)**.

La pressione parziale del vapor d'acqua è ricavata a partire dall'umidità relativa (U_r) e dalla t_a :

$$p_a = U_r \times 10 \times \exp(16,6536 - 4030,183 / (t_a + 235))$$

La temperatura operativa (t_o) è ottenuta dalla seguente:

$$t_o = (h_r \times t_r + h_c \times t_a) / (h_r + h_c)$$

Il PPD dipende direttamente dal PMV e prevede la percentuale degli insoddisfatti per l'ambiente considerato:

$$\text{PPD} = 100 - 95 \times \exp(-0,03353 \times \text{PMV}^4 - 0,2179 \times \text{PMV}^2) \quad (5)$$

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**Valutazione dei Discomfort locali**

Per la previsione dei discomfort locali la UNI EN ISO 7730 considera i seguenti casi: correnti d'aria, differenza verticale della temperatura dell'aria, pavimenti caldi freddi, asimmetria radiante.

Per calcolare la percentuale di insoddisfatti si utilizzano le seguenti formule:

Correnti d'aria

$$DR = (34 - t_{a,l})(\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \times \bar{v}_{a,l} \times Tu + 3,14) \quad (6)$$

Differenza verticale della temperatura dell'aria

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \times \Delta t_{a,v})} \quad (7)$$

Pavimenti caldi freddi

$$PD = 100 - 94 \times \exp(-1,387 + 0,118 \times t_f - 0,0025 \times t_f^2) \quad (8)$$

Asimmetria radiante**a) Soffitto caldo**

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(2,84 - 0,174 \times \Delta t_{pr})} - 5,5 \quad (9)$$

$$\Delta t_{pr} < 23^\circ C$$

b) Parete fredda

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(6,61 - 0,345 \times \Delta t_{pr})} \quad (10)$$

$$\Delta t_{pr} < 15^\circ C$$

c) Soffitto freddo

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(9,93 - 0,50 \times \Delta t_{pr})} \quad (11)$$

$$\Delta t_{pr} < 15^\circ C$$

d) Parete calda

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(3,72 - 0,052 \times \Delta t_{pr})} - 3,5 \quad (12)$$

$$\Delta t_{pr} < 35^\circ C$$

Categorie ambiente secondo UNI EN ISO 7730 e UNI EN 15251

Nella tabella successiva sono riepilogate le categorie ambiente secondo le norme UNI EN ISO 7730 (Classi A, B, C) e UNI EN 15251 (Classi I, II, III, IV che considerano soli i valori di PPD e PMV).

Categoria UNI EN ISO	Stato termico complessivo	Discomfort termico locale
---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

7730 (UNI EN 15251)	PPD (%)	PMV	Corrente d'aria DR (%)	Differen- za temp. verticale PD (%)	Pavimen- ti caldi o freddi PD (%)	Asimmetri- a radiante PD (%)
Classe A (I)	<6	-0.2 < PMV < +0.2	<10	<3	<10	<5
Classe B (II)	<10	-0.5 < PMV < +0.5	<20	<5	<10	<5
Classe C (III)	<15	-0.7 < PMV < +0.7	<30	<10	<15	<10
- (IV)	≥15	PMV ≥ +0.7 PMV ≤ -0.7	-	-	-	-

I CAM considerano come valide le condizioni conformi alla Classe B della UNI EN ISO 7730, in termini di PMV e PPD.

Di seguito sono riportate le valutazioni globali e le valutazioni di discomfort locale per l'ambiente termico.

Valutazione globale "Valutazione globale estiva"

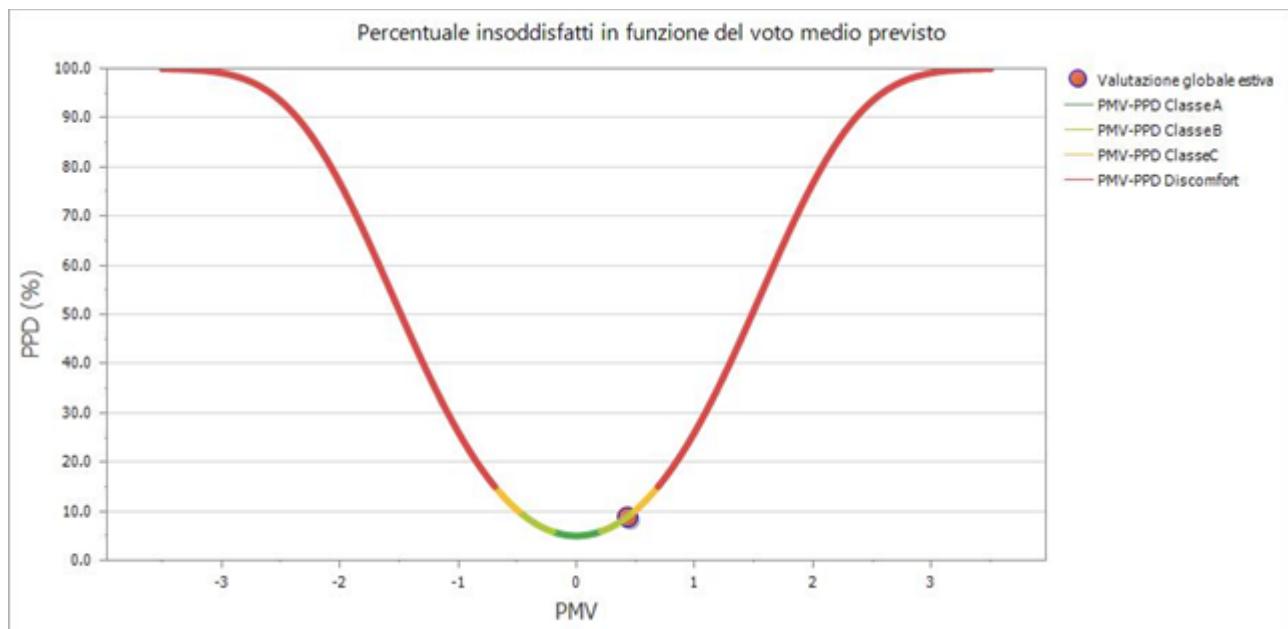
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale estiva"	
Stagione	Estiva
Temperatura aria t_a (°C)	26.0
Temperatura media radiante t_r (°C)	22.0
Umidità relativa (%)	55.0
Velocità relativa aria v_r (m/s)	0.15
Abbigliamento	Abbigliamento giornaliero - Mutande, camicia con maniche corte, pantaloni leggeri, calzini leggeri, scarpe
Isolamento termico abbigliamento I_{cl} (clo)	0.50
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)
Metabolismo energetico M (met)	1.60
Potenza meccanica W (met)	0.00

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

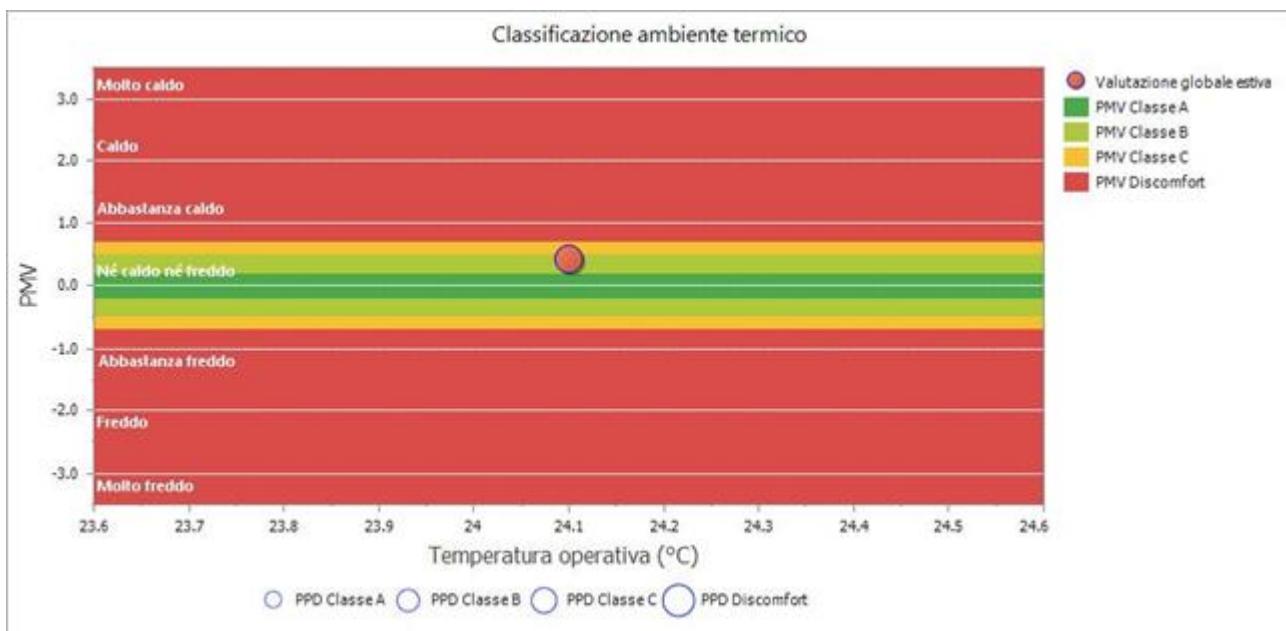
Risultati	
Temperatura operativa t_0 ($^{\circ}$ C)	24.1
Temperatura superficiale t_{cl} ($^{\circ}$ C)	29.2
Voto medio previsto PMV	0.43
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	8.8
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	Classe B
Categoria UNI EN 15251	Categoria II
Sensazione termica	Né caldo né freddo

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI



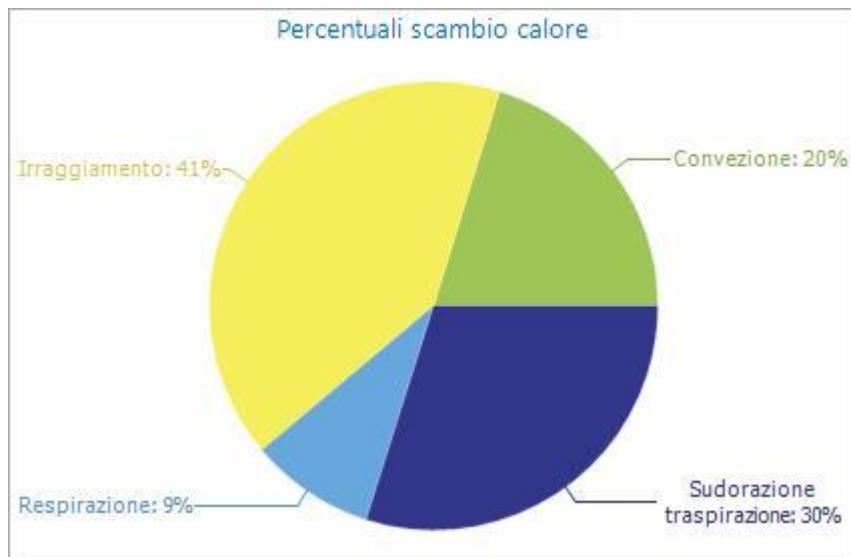
Scambio calore tra corpo umano e ambiente

La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale estiva"	
Convezione (W/m ²)	16.57
Irraggiamento (W/m ²)	33.47
Respirazione (W/m ²)	7.40
Sudorazione e traspirazione (W/m ²)	24.52
Scambio calore totale (W/m ²)	81.95
Cessione calore (W/m ²)	11.00 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI



Valutazione discomfort locali

Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ ($^{\circ}\text{C}$)	26.0
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	0.15
Intensità turbolenza T_u (%)	40
Risultati	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	10.3
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	Classe B

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ ($^{\circ}\text{C}$)	1.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.7
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento T_f ($^{\circ}\text{C}$)	26.1

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

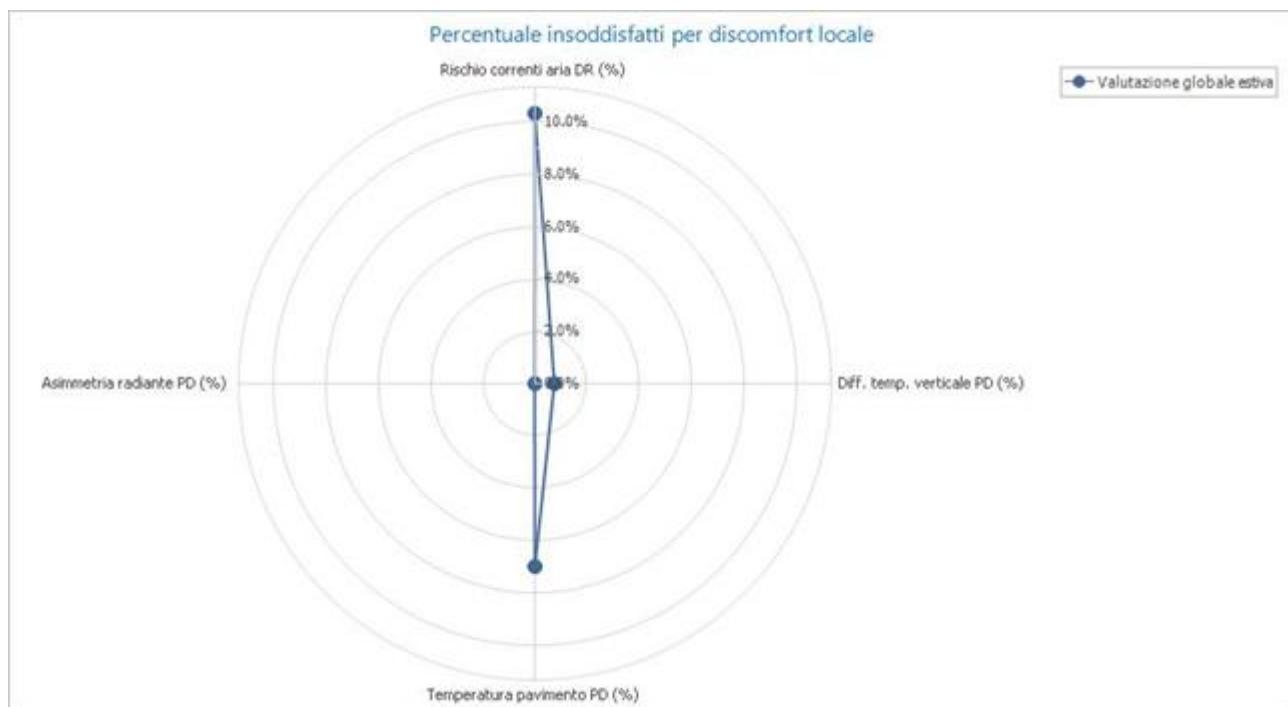
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	7.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale t_{cl} ($^{\circ}$ C)	29.2
Temperatura soffitto ($^{\circ}$ C)	26.3
Temperatura pavimento ($^{\circ}$ C)	26.1
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} ($^{\circ}$ C)	0.2
Tipo calcolo	Soffitto freddo
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Asimmetria radiante pareti	
Temperatura superficiale t_{cl} ($^{\circ}$ C)	29.2
Pareti frontale e posteriore	
Temperatura parete frontale ($^{\circ}$ C)	26.0
Temperatura parete posteriore ($^{\circ}$ C)	26.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} ($^{\circ}$ C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Pareti destra e sinistra	
Temperatura parete destra ($^{\circ}$ C)	26.0
Temperatura parete sinistra ($^{\circ}$ C)	26.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} ($^{\circ}$ C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:

**Valutazione globale "Valutazione globale invernale"**

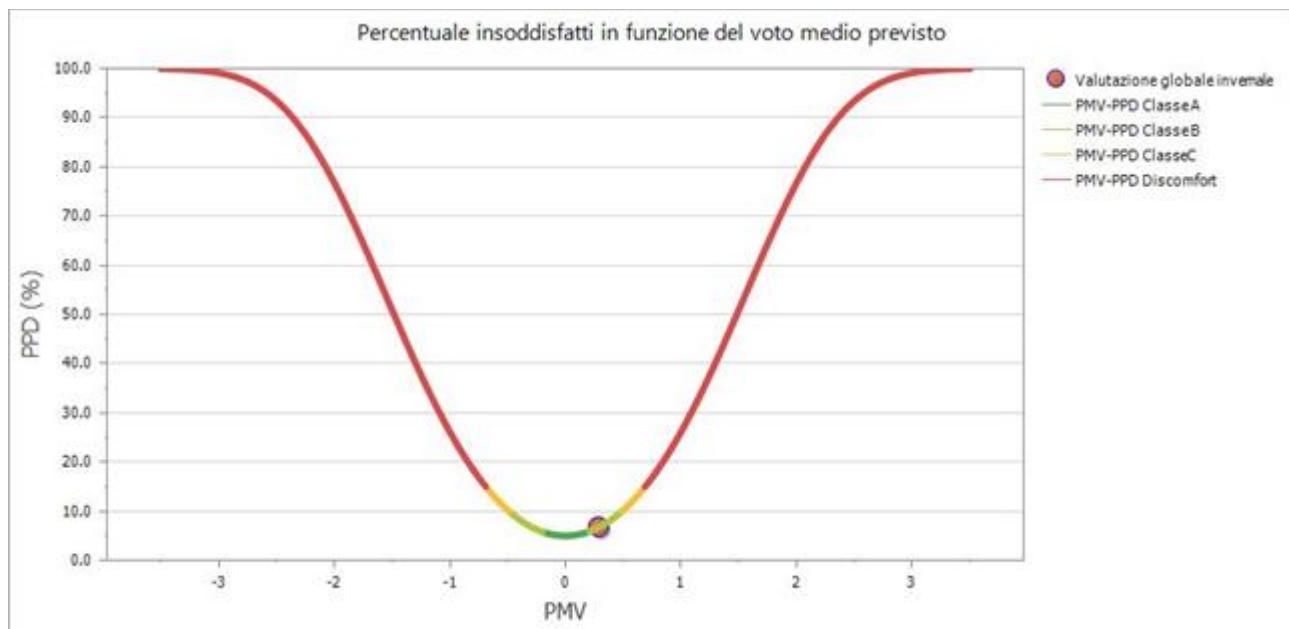
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale invernale"	
Stagione	Invernale
Temperatura aria t_a ($^{\circ}$ C)	20.0
Temperatura media radiante t_r ($^{\circ}$ C)	18.0
Umidità relativa (%)	45.0
Velocità relativa aria v_r (m/s)	0.15
Abbigliamento	Abbigliamento da lavoro - Biancheria intima a gambe e maniche lunghe, giacca termica, calzini, scarpe
Isolamento termico abbigliamento I_{cl} (clo)	1.20
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)
Metabolismo energetico M (met)	1.60
Potenza meccanica W (met)	0.00

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

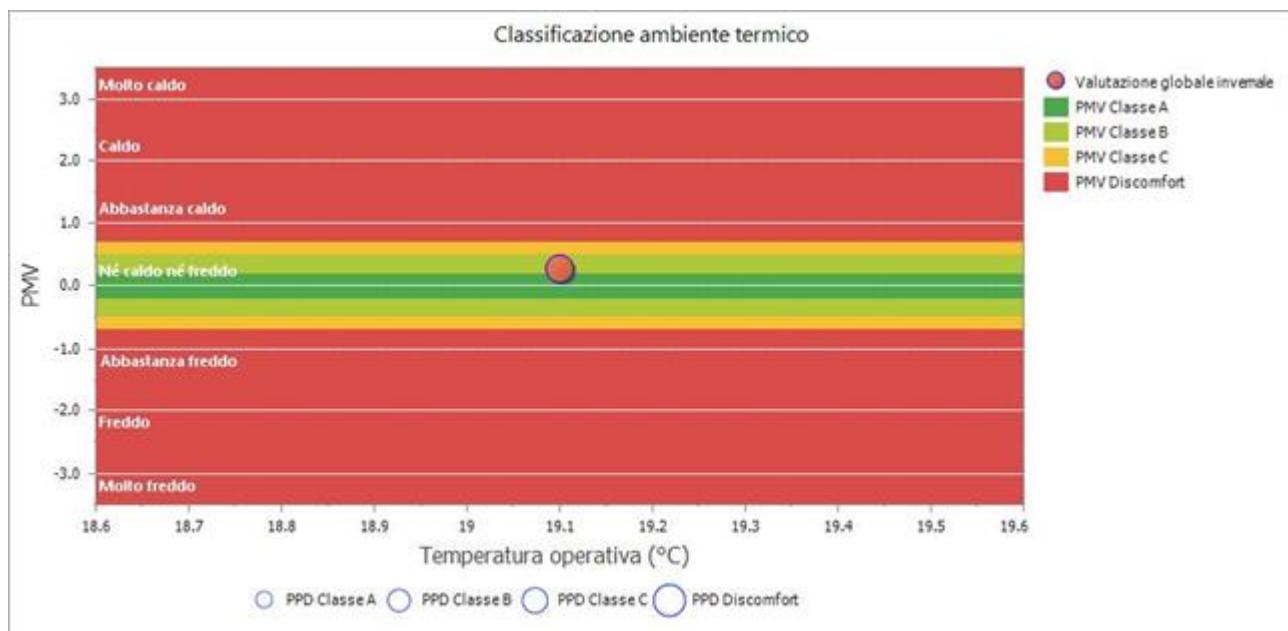
Risultati	
Temperatura operativa t_0 ($^{\circ}\text{C}$)	19.1
Temperatura superficiale t_{cl} ($^{\circ}\text{C}$)	23.9
Voto medio previsto PMV	0.28
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	6.7
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	Classe B
Categoria UNI EN 15251	Categoria II
Sensazione termica	Né caldo né freddo

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

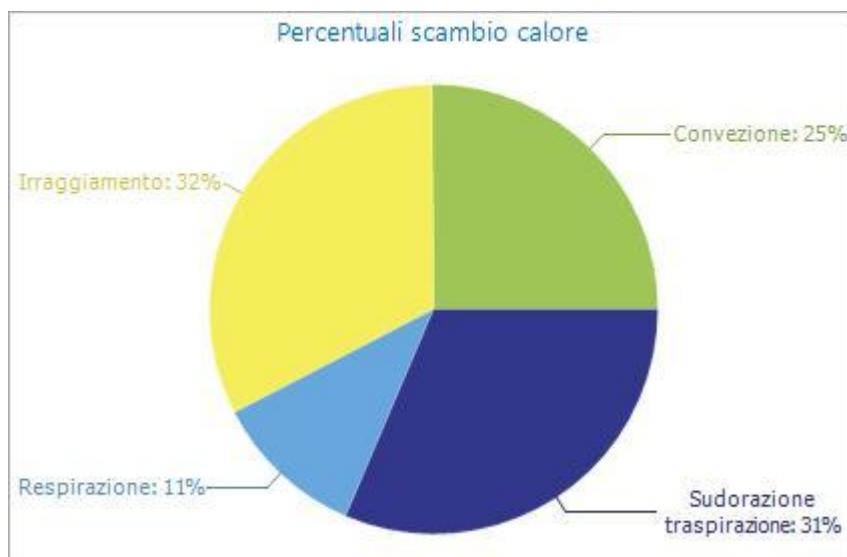


RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**Scambio calore tra corpo umano e ambiente**

La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale invernale"	
Convezione (W/m ²)	21.46
Irraggiamento (W/m ²)	27.85
Respirazione (W/m ²)	9.44
Sudorazione e traspirazione (W/m ²)	26.95
Scambio calore totale (W/m ²)	85.70
Cessione calore (W/m ²)	7.30 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:

**Valutazione discomfort locali**

Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

Correnti d'aria	
Temperatura aria t _{a,l} (°C)	20.0

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	0.15
Intensità turbolenza T_u (%)	40
Risultati	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	18.0
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	Classe B

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	1.2
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.9
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

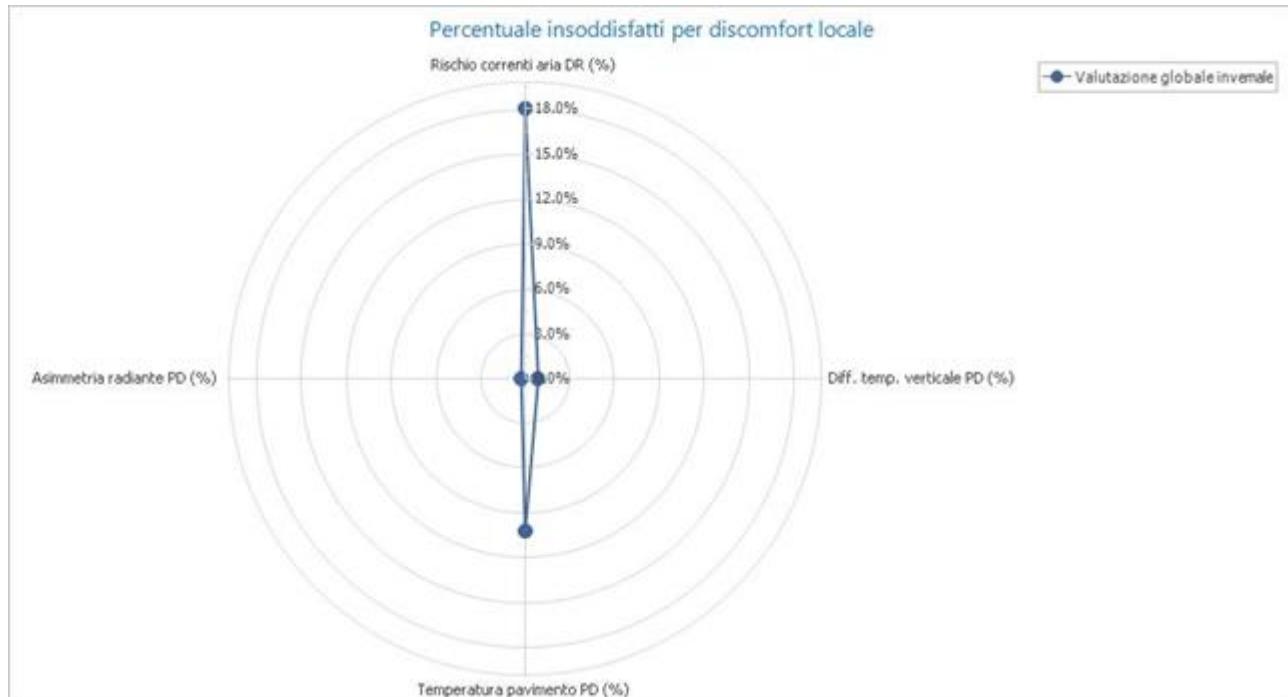
Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento T_f (°C)	19.1
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	10.2
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe C

Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	23.9
Temperatura soffitto (°C)	18.9
Temperatura pavimento (°C)	19.1
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.2
Tipo calcolo	Soffitto freddo
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Asimmetria radiante pareti	
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	23.9
Pareti frontale e posteriore	
Temperatura parete frontale (°C)	20.0
Temperatura parete posteriore (°C)	18.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	2.0
Tipo calcolo	Parete fredda
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.3
Pareti destra e sinistra	
Temperatura parete destra (°C)	20.0
Temperatura parete sinistra (°C)	20.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:



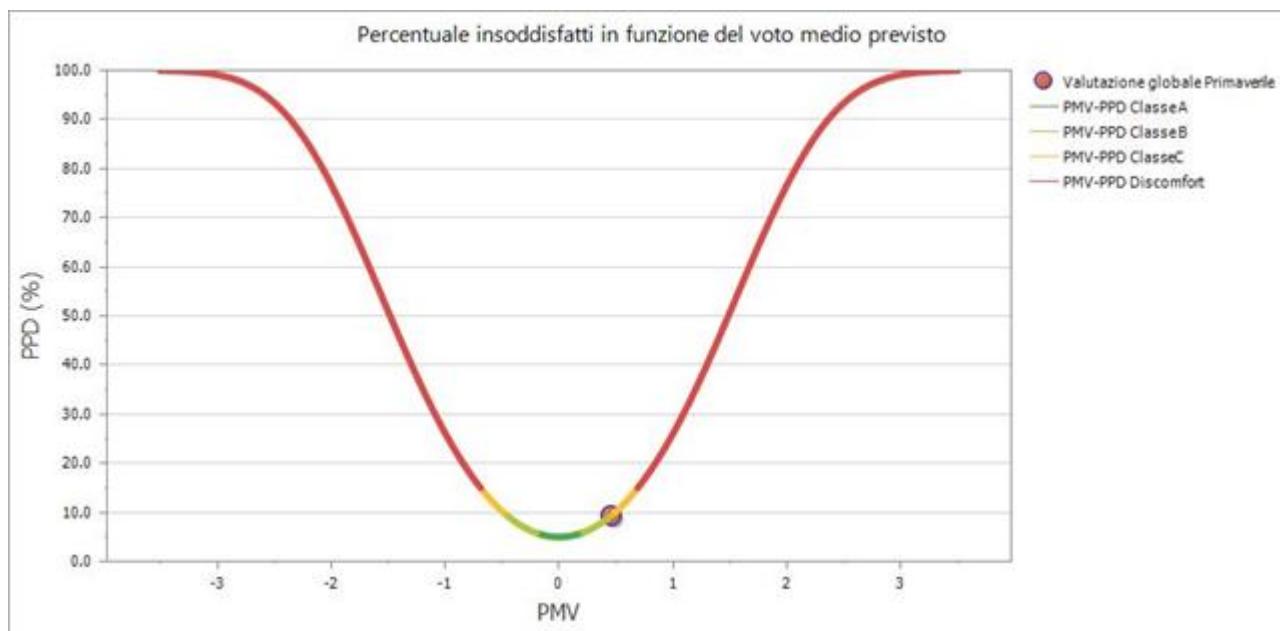
RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**Valutazione globale "Valutazione globale Primaverile"**

La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

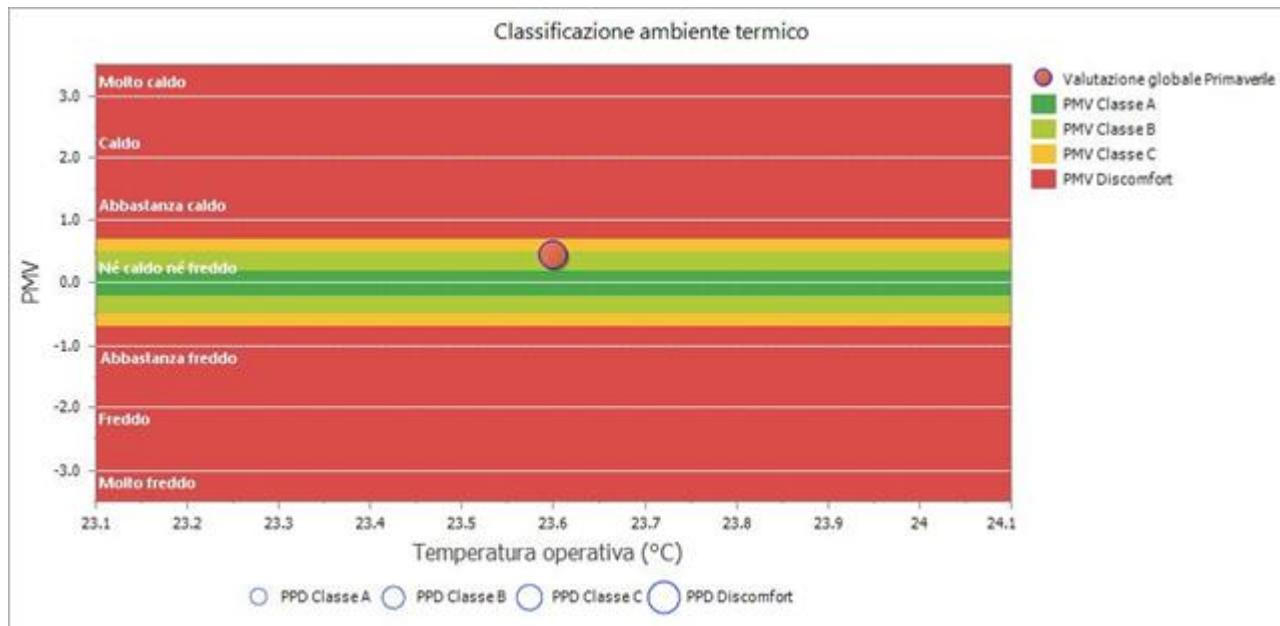
Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale Primaverile"	
Stagione	Estiva
Temperatura aria t_a (°C)	26.0
Temperatura media radiante t_r (°C)	20.0
Umidità relativa (%)	50.0
Velocità relativa aria v_r (m/s)	0.25
Abbigliamento	Abbigliamento da lavoro - Mutande, tuta, calzini, scarpe
Isolamento termico abbigliamento I_{cl} (clo)	0.70
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)
Metabolismo energetico M (met)	1.60
Potenza meccanica W (met)	0.00
Risultati	
Temperatura operativa t_o (°C)	23.6
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	27.8
Voto medio previsto PMV	0.45
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	9.3
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	Classe B
Categoria UNI EN 15251	Categoria II
Sensazione termica	Né caldo né freddo

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.



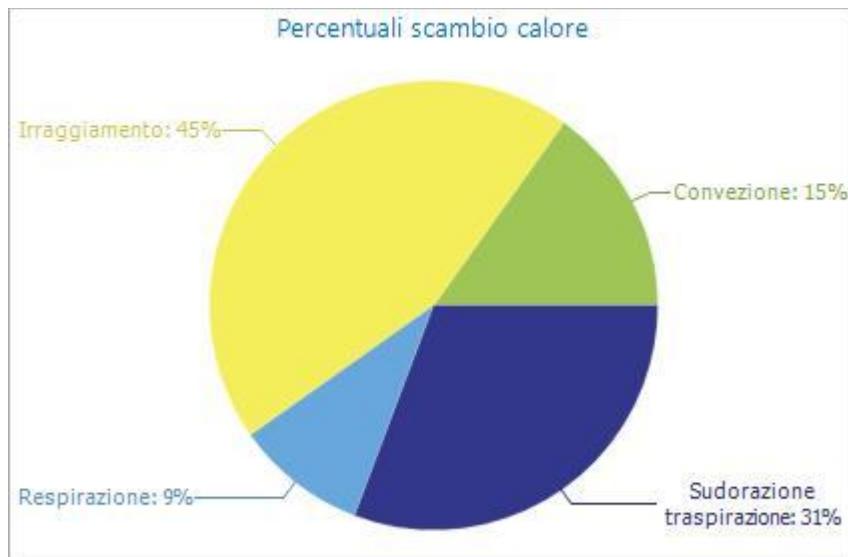
Scambio calore tra corpo umano e ambiente

La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale Primaverile"	
Convezione (W/m ²)	12.30
Irraggiamento (W/m ²)	36.29
Respirazione (W/m ²)	7.66
Sudorazione e traspirazione (W/m ²)	25.03
Scambio calore totale (W/m ²)	81.29
Cessione calore (W/m ²)	11.70 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:



RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**Valutazione discomfort locali**

Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	22.0
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	0.15
Intensità turbolenza Tu (%)	40
Risultati	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	15.4
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	Classe B

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	1.2
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.9
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento T_f (°C)	21.8
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	6.3
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	27.8
Temperatura soffitto (°C)	21.8
Temperatura pavimento (°C)	21.8
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.0
Tipo calcolo	-

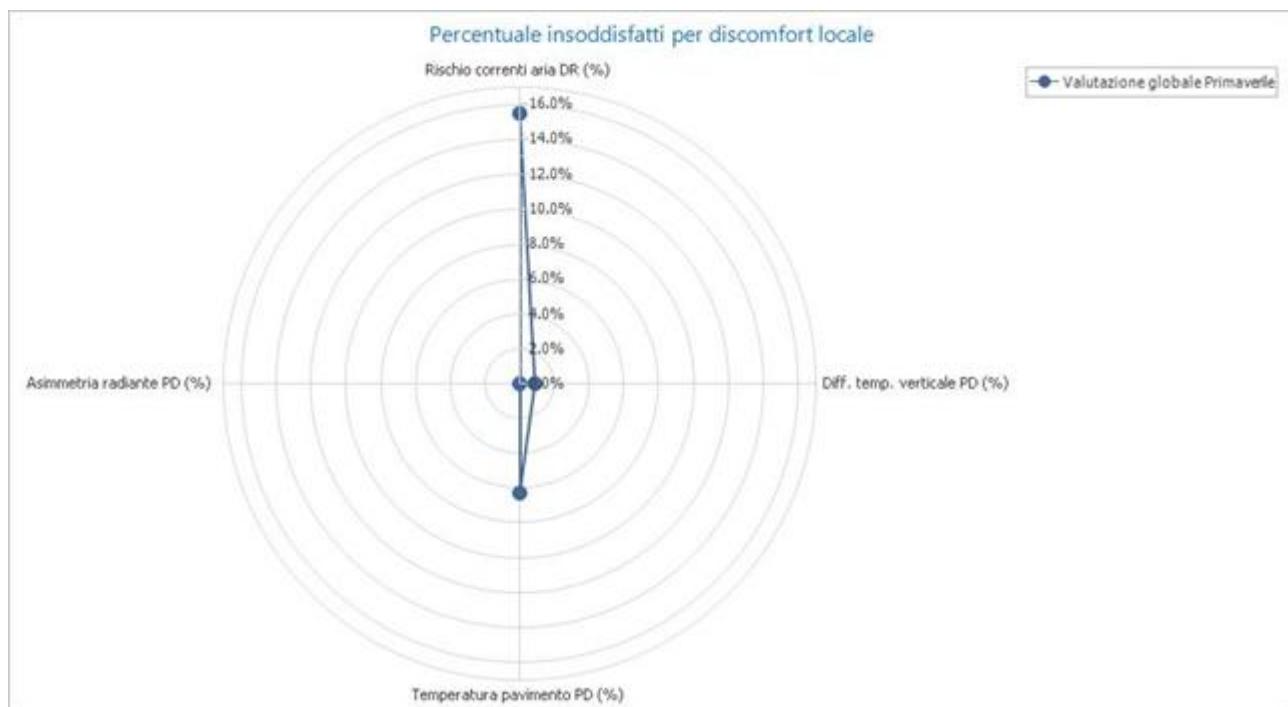
RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

Asimmetria radiante pareti	
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	27.8
Pareti frontale e posteriore	
Temperatura parete frontale (°C)	22.0
Temperatura parete posteriore (°C)	22.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Pareti destra e sinistra	
Temperatura parete destra (°C)	22.0
Temperatura parete sinistra (°C)	22.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe B

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:

**Valutazione globale "Valutazione globale Autunnale"**

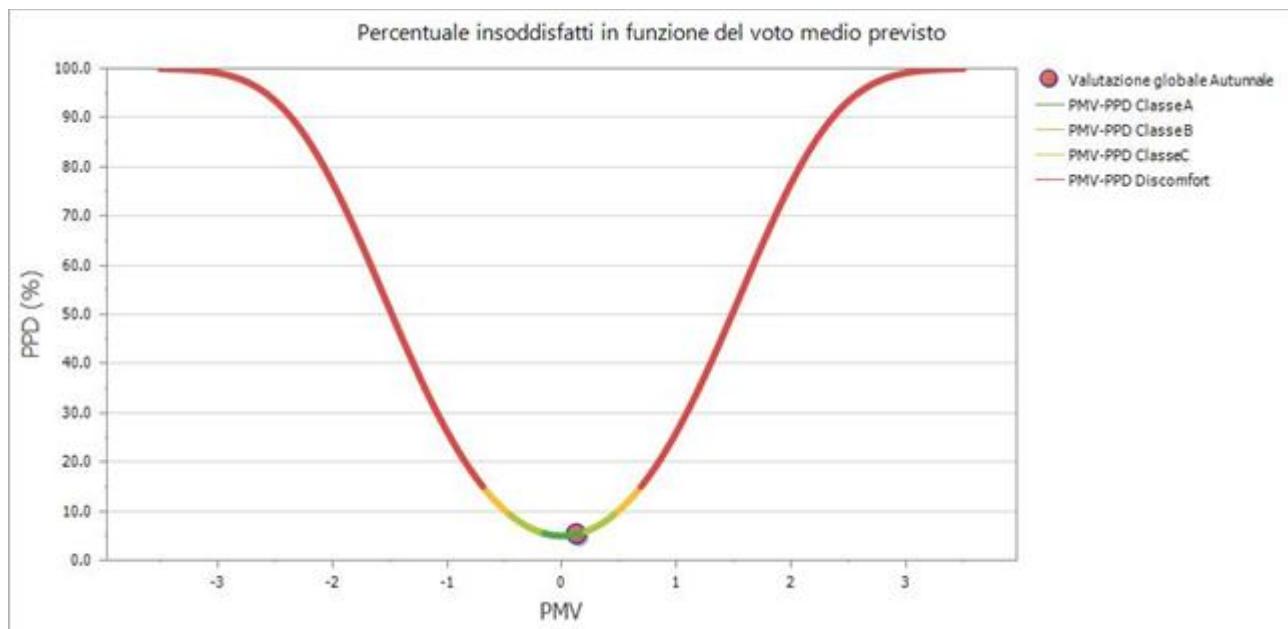
La seguente tabella riporta i dati del comfort termico per il corpo umano nel suo complesso:

Valutazione complessiva del comfort termico: "Valutazione globale Autunnale"	
Stagione	Estiva
Temperatura aria t_a ($^{\circ}$ C)	23.0
Temperatura media radiante t_r ($^{\circ}$ C)	20.0
Umidità relativa (%)	45.0
Velocità relativa aria v_r (m/s)	0.15
Abbigliamento	Abbigliamento da lavoro - Mutande, tuta, calzini, scarpe
Isolamento termico abbigliamento I_{cl} (clo)	0.70
Metabolismo	Standard UNI EN ISO 7730 - In piedi, attività leggere (shopping, laboratorio, industria leggera)
Metabolismo energetico M (met)	1.60
Potenza meccanica W (met)	0.00

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

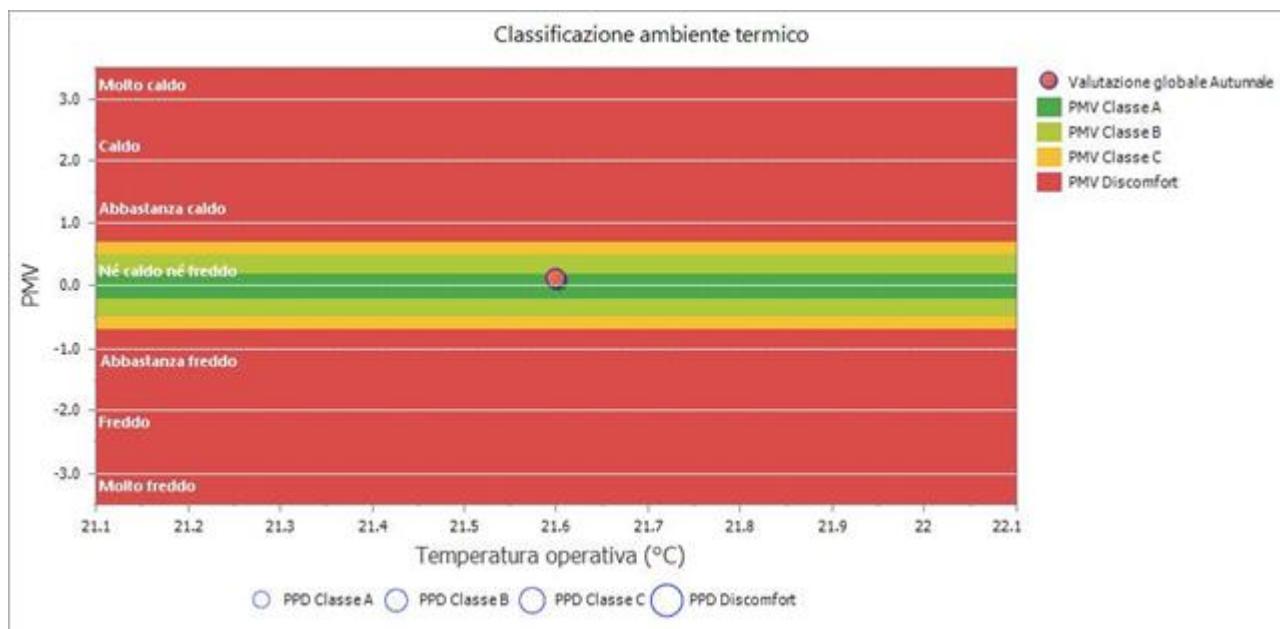
Risultati	
Temperatura operativa t_o (°C)	21.6
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	27.1
Voto medio previsto PMV	0.12
Percentuale prevista insoddisfatti (%)	5.3
Categoria ambiente in termini di PMV e PPD	Classe A
Categoria UNI EN 15251	Categoria I
Sensazione termica	Né caldo né freddo

Il grafico seguente mostra la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto con evidenziate le fasce delle classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la diversa classificazione del PPD.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

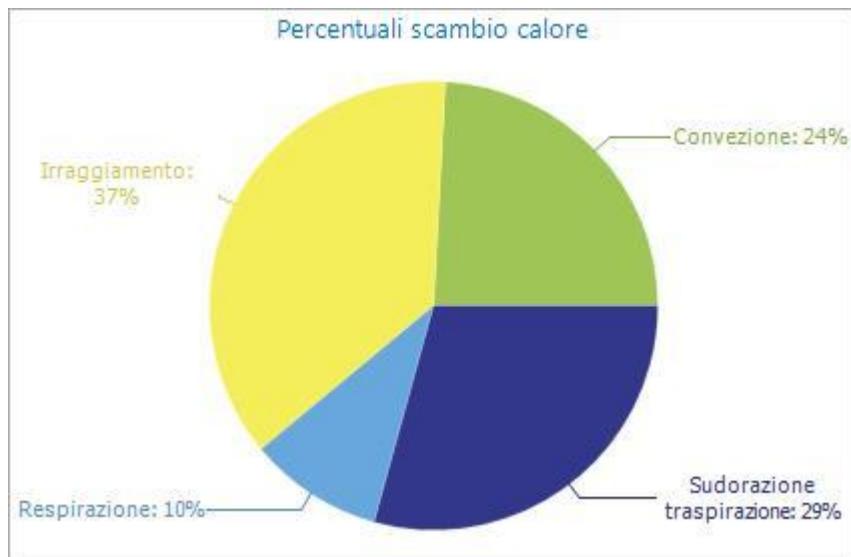


Scambio calore tra corpo umano e ambiente

La tabella seguente dettaglia lo scambio di calore che avviene tra corpo umano e ambiente alle condizioni indicate nel paragrafo precedente.

Scambio di calore tra corpo umano e ambiente: "Valutazione globale Autunnale"	
Convezione (W/m ²)	21.74
Irraggiamento (W/m ²)	33.06
Respirazione (W/m ²)	8.71
Sudorazione e traspirazione (W/m ²)	26.30
Scambio calore totale (W/m ²)	89.81
Cessione calore (W/m ²)	3.20 (Il totale del calore scambiato è inferiore al metabolismo energetico decurtato della potenza meccanica)

Lo scambio di calore tra corpo umano e ambiente, in percentuale, è mostrato nel grafico seguente:

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI**Valutazione discomfort locali**

Le tabelle seguenti mostrano le percentuali di insoddisfatti per i vari discomfort locali.

Correnti d'aria	
Temperatura aria $t_{a,l}$ (°C)	23.0
Velocità media aria $v_{a,l}$ (m/s)	0.15
Intensità turbolenza T_u (%)	40
Risultati	
Rischio da correnti d'aria DR (%)	14.1
Categoria in termini di PMV, PPD e DR	Classe B

Differenza verticale della temperatura dell'aria	
Differenza temperatura testa-piedi $\Delta T_{a,v}$ (°C)	1.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.7
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Pavimento caldo freddo	
Temperatura pavimento T_f (°C)	22.6

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

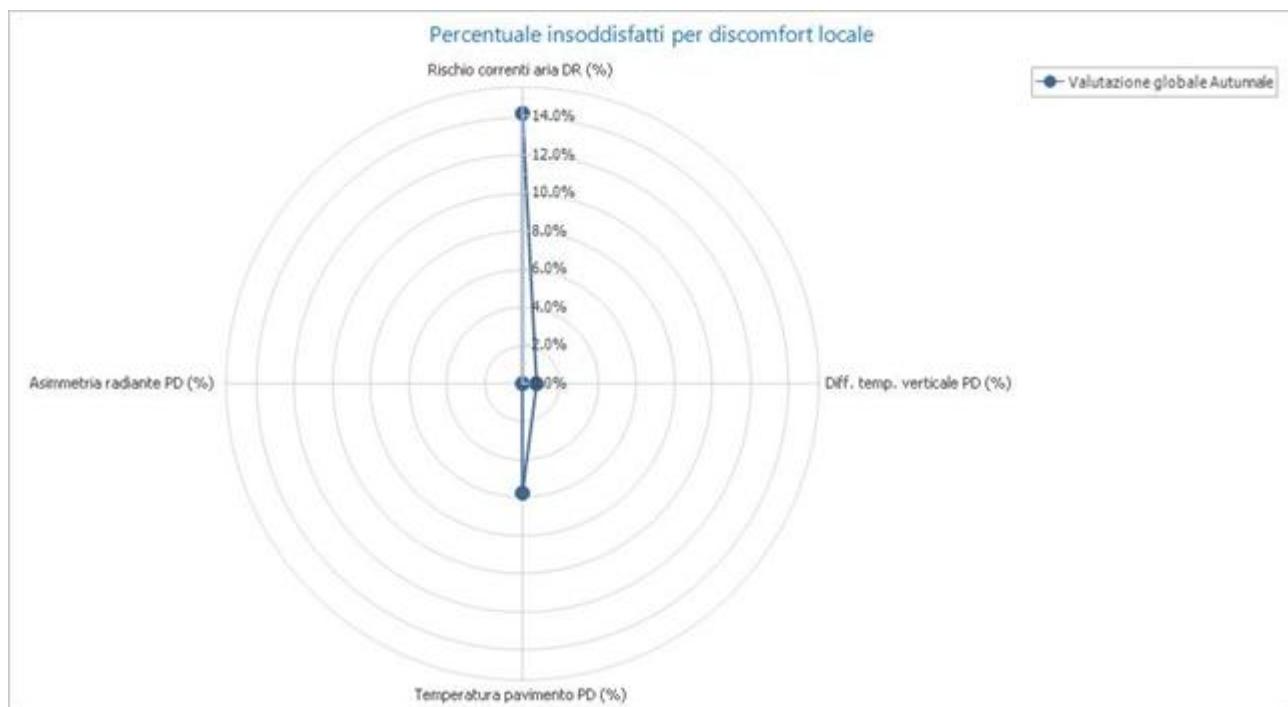
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	5.7
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Asimmetria radiante soffitto	
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	27.1
Temperatura soffitto (°C)	22.7
Temperatura pavimento (°C)	22.6
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.1
Tipo calcolo	Soffitto freddo
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

Asimmetria radiante pareti	
Temperatura superficiale t_{cl} (°C)	27.1
Pareti frontale e posteriore	
Temperatura parete frontale (°C)	23.0
Temperatura parete posteriore (°C)	23.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Pareti destra e sinistra	
Temperatura parete destra (°C)	23.0
Temperatura parete sinistra (°C)	23.0
Asimmetria temperatura radiante ΔT_{pr} (°C)	0.0
Tipo calcolo	-
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Risultati	
Percentuale insoddisfatti PD (%)	0.0
Categoria in termini di PMV, PPD e PD	Classe A

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Il grafico seguente mostra le percentuali di insoddisfatti per i disagi locali:



Categoria ambiente termico: "Zona refettorio"

Tenendo conto della valutazione complessiva del comfort in termini di PMV e PPD (**Classe B**) e della percentuale di insoddisfatti a causa dei disagi locali, in base alla tabella delle categorie della UNI EN ISO 7730 (riportata nel capitolo "Procedure di calcolo") la categoria risultante per l'ambiente è **Classe C**.

Nella tabella seguente sono riepilogati i dati complessivi di classificazione degli ambienti:

Valutazione ambienti

Ambiente termico	t_o (°C)	PMV	PPD (%)	Categoria PMV PPD	Categoria UNI 15251	Categoria
Zona refettorio	23.6	0.45	9.3	Classe B	Categoria II	Classe C

Legenda

Ambiente termico Descrizione dell'ambiente termico

t_o (°C) Temperatura operativa (°C)

PMV Voto medio previsto

PPD (%) Percentuale prevista di insoddisfatti (%)

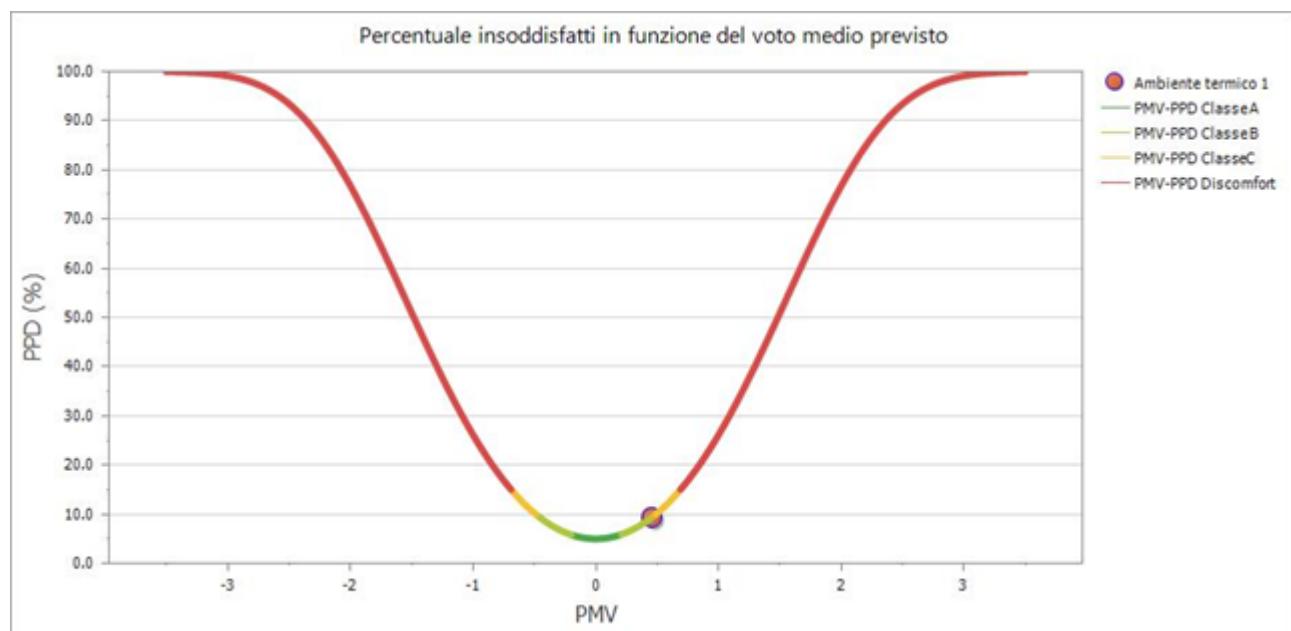
RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Categoria PMV PPD Categoria in termini di PMV e PPD

Categoria UNI 15251 Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD

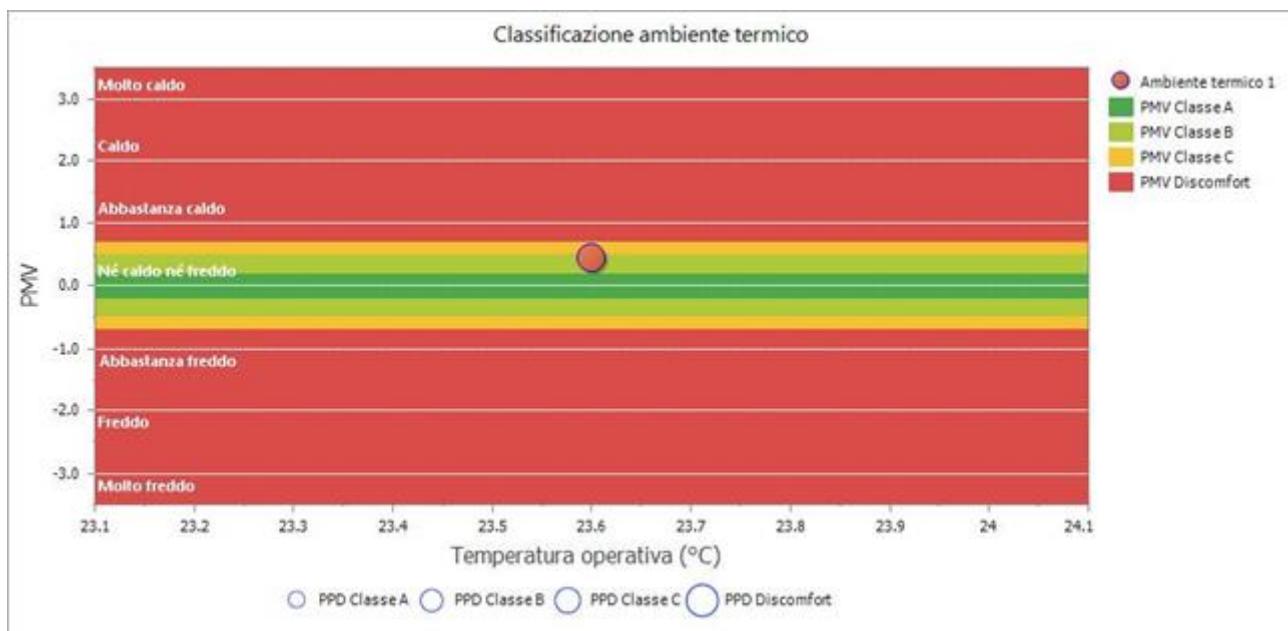
Categoria Categoria comprensiva dei discomfort locali

Il grafico seguente mostra per ogni ambiente termico la percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) in funzione del voto medio previsto (PMV). La curva rappresenta la funzione (5) ed è colorata in base alla classificazione composta di PMV e PPD.



Il grafico seguente mostra il PMV previsto per ogni ambiente termico con in evidenza le fasce delle varie classificazioni e le sensazioni termiche. La dimensione dei cerchi sul grafico indica la classificazione del PPD.

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI



Il grafico seguente mostra per ogni ambiente termico la percentuale di insoddisfatti a causa dei disagi locali.

Valutazione globale ambienti

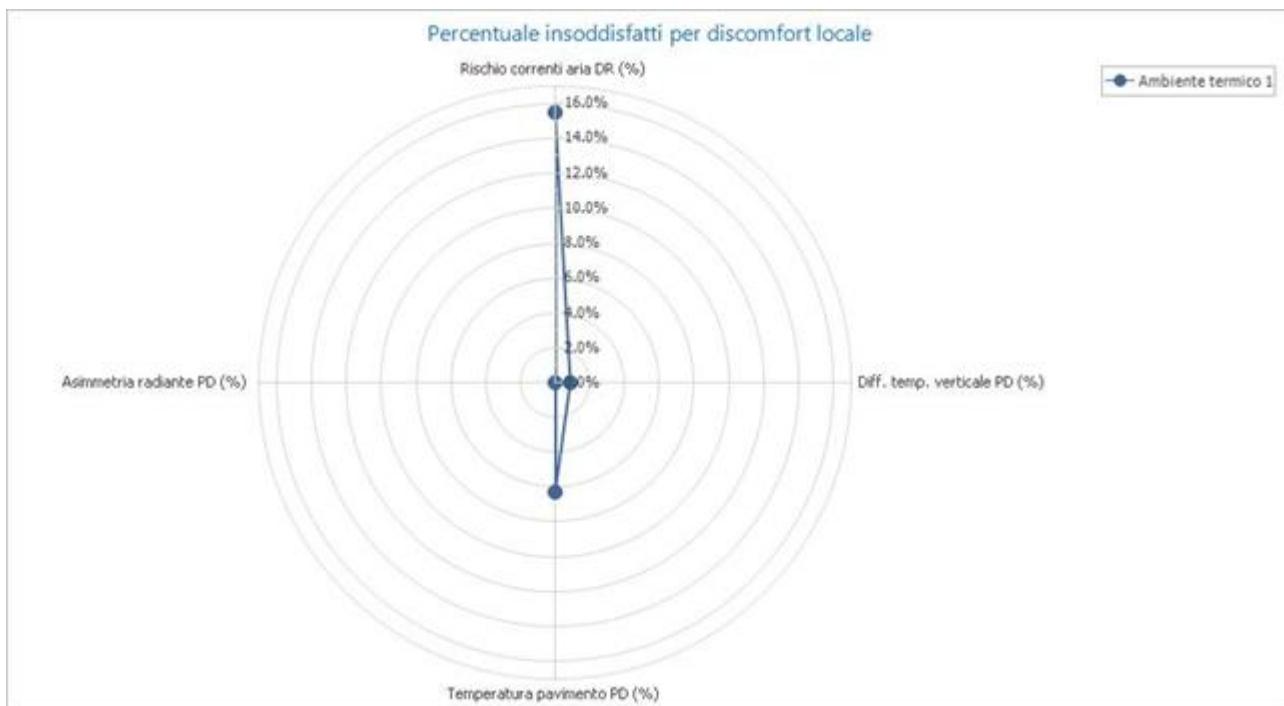
Ambiente "Zona refettorio"																
Dati ambiente termico										Risultati valutazione globale						
Ambiente termico	Stagione	t _a (°C)	t _r (°C)	U _r (%)	v _{ar} (m/s)	I _{cl} (clo)	M (met)	t _o (°C)	t _{cl} (°C)	PMV	PPD (%)	Cat PMV PPD	Cat UNI 15251	Cat	Sensaz. termica	
Valutazione globale estiva	Estiva	26.0	22.0	55.0	0.15	0.50	1.60	24.1	29.2	0.43	8.8	Classe B	Categoria II	Classe B	Né caldo né freddo	
Valutazione globale invernale	Invernale	20.0	18.0	45.0	0.15	1.20	1.60	19.1	23.9	0.28	6.7	Classe B	Categoria II	Classe C	Né caldo né freddo	
Valutazione globale Primaverile	Estiva	26.0	20.0	50.0	0.25	0.70	1.60	23.6	27.8	0.45	9.3	Classe B	Categoria II	Classe B	Né caldo né freddo	
Valutazione globale Autunnale	Estiva	23.0	20.0	45.0	0.15	0.70	1.60	21.6	27.1	0.12	5.3	Classe A	Categoria I	Classe B	Né caldo né freddo	

Legenda

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Dati ambiente termico Ambiente termico	Descrizione dell'ambiente termico
Dati ambiente termico Stagione	Stagione della valutazione globale dell'ambiente
Dati ambiente termico t_a (°C)	Temperatura dell'aria (°C)
Dati ambiente termico t_r (°C)	Temperatura media radiante (°C)
Dati ambiente termico U_r (%)	Umidità relativa (%)
Dati ambiente termico v_{ar} (m/s)	Velocità relativa dell'aria (m/s)
Dati ambiente termico I_{cl} (clo)	Isolamento termico dell'abbigliamento (clo)
Dati ambiente termico M (met)	Metabolismo energetico (met)
Risultati valutazione globale t_o (°C)	Temperatura operativa (°C)
Risultati valutazione globale t_{cl} (°C)	Temperatura superficiale dell'abbigliamento (°C)
Risultati valutazione globale PMV	Voto medio previsto
Risultati valutazione globale PPD (%)	Percentuale prevista di insoddisfatti (%)
Risultati valutazione globale Cat PMV PPD	Categoria in termini di PMV e PPD
Risultati valutazione globale Cat UNI 15251	Categoria UNI 15251 in termini di PMV e PPD
Risultati valutazione globale Cat	Categoria comprensiva dei discomfort locali
Risultati valutazione globale Sensaz. termica	Sensazione termica media prevista

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI



Nella tabella seguente sono riepilogati i dati delle valutazioni dei singoli ambienti:

La classificazione complessiva del fabbricato è calcolata come la peggiore in termini di valutazioni globali e discomfort locali degli ambienti termici considerati.

La tabella seguente mostra la categoria complessiva per il fabbricato:

Categoria: "Fabbricato"	
Categoria in termini di PMV e PPD	Classe B
Categoria complessiva	Classe C